This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

**Acerca de este libro**

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

**Normas de uso**

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

**Acerca de la Búsqueda de libros de Google**

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

75

FOR
SCIENCE
DEC

75

STANFORD
SCHOOLS
DEC 1970
LIBRARY

**Base reducida** al nivel del mar

r triángulo $A\ B\ 1$ que arranca de esta base:

$'20''$; $B = 92^{0}\ 4'20''$; $1 = 29^{0}29'20''$

$l = 4.060^{m}28.$

$A\ B = 3.3009928$

$1'20'' = 9.9997159$

$3.3007087$

$20'' = 9.6921899$

$l = 3.6085188$

$l = \quad 4059.93$

trabajos de mera exploración, con ins-
titud, y apenas con medios y recursos
uelo de pájaro, no había para que en-
de tal magnitud y se aceptó para el
llanamente la base de 2000 metros,
lición directa.

---

ILACIÓN ADOPTADO

respeto y admiración, los es-
losos resultados de las car
n la prodigalidad de los
lo menos séanos permi
rar á un grado de exa
o orden y prácticamen
n mapa á los usos or

de mamposter

M. Domecq García

# REVISTA

DE LA

# DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

HC191
A33

M. Domeyko García

AÑO I SANTIAGO, ENERO DE 1890 NÚM. 1

# REVISTA

DE LA

# DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

# DE CHILE

MEMORIAS É INFORMES SOBRE

CONSTRUCCIONES CIVILES, FERROCARRILES, ARQUITECTURA, MINAS, INDUSTRIA Y GEOGRAFÍA

ENCARGADO DE LA REDACCION

FRANCISCO J. SAN ROMÁN

JEFE DE LA SECCIÓN DE MINAS, INDUSTRIA Y GEOGRAFÍA

SANTIAGO DE CHILE

IMPRENTA GUTENBERG

38—CALLE DEL ESTADO—38

1890

# LA REDACCIÓN

La Dirección General de Obras Públicas necesitaba ya de un órgano de publicidad que le sirviera para dar á conocer al país y al extranjero, en sus elementos científicos como en lo tecnológico y económico, el carácter y la naturaleza de los trabajos que la nación le confía.

Una Revista de la Dirección de Obras Públicas, para ser más lógica con este título, debería mantenerse circunscrita á aquellas materias que llevan en sí mismas el carácter de obras de construcción, pero la ley ha incluído bajo igual denominación, poniéndolos á la vez al amparo de la misma dirección, aquella clase de trabajos públicos que por su naturaleza son más exclusivamente científicos ó de observación, como las operaciones geodésicas, la geología, la inspección de las minas y los procedimientos industriales; materias todas que entran en las atribuciones de la 4.ª sección.

Inauguramos la publicación de esta Revista con un trabajo geodésico sobre el mapa geográfico del Desierto y Cordilleras de Atacama, y seguiremos insertando en ella muchos otros relativos á la geografía, á la minería, geología y metalurgia de la misma región que la extinguida Comisión Exploradora traspasó á la 4.ª sección de Obras Públicas; y alternaremos así estas materias con las de construcciones civiles hasta que los poderes públicos de la nación juzguen oportuno deslindar estas variadas materias y hacer objeto de

# LA REDACCIÓN

La Dirección General de Obras Públicas necesitaba ya de un órgano de publicidad que le sirviera para dar á conocer al país y al extranjero, en sus elementos científicos como en lo tecnológico y económico, el carácter y la naturaleza de los trabajos que la nación le confía.

Una Revista de la Dirección de Obras Públicas, para ser más lógica con este título, debería mantenerse circunscrita á aquellas materias que llevan en sí mismas el carácter de obras de construcción, pero la ley ha incluído bajo igual denominación, poniéndolos á la vez al amparo de la misma dirección, aquella clase de trabajos públicos que por su naturaleza son más exclusivamente científicos ó de observación, como las operaciones geodésicas, la geología, la inspección de las minas y los procedimientos industriales; materias todas que entran en las atribuciones de la 4.ª sección.

Inauguramos la publicación de esta Revista con un trabajo geodésico sobre el mapa geográfico del Desierto y Cordilleras de Acatacama, y seguiremos insertando en ella muchos otros relativos á la geografía, á la minería, geología y metalurgia de la misma región que la extinguida Comisión Exploradora traspasó á la 4.ª sección de Obras Públicas; y alternaremos así estas materias con las de construcciones civiles hasta que los poderes públicos de la nación juzguen oportuno deslindar estas variadas materias y hacer objeto de

especial atención las que corresponden á la minería, industrias y geografía.

Termina la presente entrega con la lista de precios corrientes de los materiales de construcción que los encargados de obras públicas remiten periódicamente á la Dirección General, y cuyo servicio está á cargo de don Carlos Donoso Grille.

# EL MAPA GEOGRÁFICO

DEL

# DESIERTO Y CORDILLERAS DE ATACAMA

POR

FRANCISCO J. SAN ROMÁN

JEFE DE LA COMISIÓN EXPLORADORA DE ATACAMA

Es un hecho sancionado por la experiencia diaria en los estudios científicos que se contraen al conocimiento del globo terrestre que habitamos, así en los grandes hechos naturales que le han impreso su actual forma y fisonomía como en las meras divisiones convencionales trazadas por el hombre sobre su superficie que, la verdad geográfica es la base fundamental de toda indagación razonada, el guía más seguro de información y el único medio de solución exacta de los infinitos problemas que las exigencias del progreso moderno diariamente proponen y las necesidades de la vida política y social á cada paso plantean, ya en el terreno de las grandes cuestiones internacionales como en las del orden interno y administrativo.

## I.—ANTECEDENTES

Parece que la fecha histórica del primer trabajo geográfico sobre el desierto de Atacama se remonta nada menos que al tiempo de su descubrimiento y á medida que la planta audaz de los conquistadores españoles dejaba en pos de sí un reguero de víctimas de la fatiga y de las inclemencias del tiempo.

Refiere, en efecto, D. J. Toribio Medina en su importante y laboriosa obra titulada *Mapoteca Chilena*, que en la legendaria expedición de Almagro figuró un sacerdote llamado Cristóbal de Molina, quien, en una animada descripción de las materias que abraza su obra, hecha al Rei en carta de 12 de junio de 1539, se refiere también á un dibujo que la acompaña.

Es sensible que por encontrarse perdido ese documento ó ignorado su paradero, no haya venido á decidir, con su irrecusable testimonio, sobre el punto dudoso de si Almagro cayó al desierto de Atacama por el paso de San Francisco, como lo establece el historiador don Diego Barros Arana, ó por Pircas Negras al rio de Copiapó, como lo presume el cronista don Cárlos M. Sayago que ha hecho concienzudos estudios histórico-geográficos sobre el norte de Chile.

Un siglo más tarde, en 1646, el sacerdote chileno Alonso de Ovalle de la Compañía de Jesús, acompañaba á su famosa historia de Chile el conocido mapa que de tanta popularidad gozó en su tiempo.

Este curioso documento apenas alcanza á penetrar en Atacama, pues termina en un supuesto rio cuya situación correspondería al extremo sur del gran Morro de Copiapó por donde desemboca al mar un profundo zanjón seco que tiene su origen en las barrancas terciarias inmediatas á la costa.

Allí coloca, errando por más de dos grados geográficos el paraldo de 25° sobre el cual está escrito lo siguiente: *Peruani et chilensis regni Conpinia.*

Medio grado más al sur, figura la desembocadura del rio de Copiapó, hacia donde llama con insistencia la atención porque las olas del mar arrojan sobre las playas cantidades de aromáticos ámbar.

Entre Copiapó y Huasco figura terrenos húmedos y campo cubierto de bosque, quizá por extensión de las vegas del Totoral y Carrizal, con una inscripción en el intermedio que dice: *hic lapides protiosi turquese*».

Otro siglo después, según dice el señor Medina en la obra ya citada, el presidente don Manuel de Amat había enviado al Rey, con carta de 8 de mayo de 1757, el trabajo de un fraile domínico, Ignacio de Leon Garavito, maestro en sagrada teología y catedrático de

matemáticas en la Real Universidad de San Felipe, un mapa que contenía multitud de datos del mayor interés.

Debo al favor del mismo señor Medina la ocasión de haber podido consultar sus manuscritos del derrotero y de la obra que el mismo Amat, envió á su soberano, con datos curiosísimos y del mayor interés histórico para nuestra región Atacameña.

Figura un largo catálogo de puntos de la costa marítima y del interior del desierto, siguiendo al naciente por sobre la altiplanicie andina que considera de un grado de ancho en longitud dentro de los paralelos de 24 á 27°, y pasa hasta las provincias del Tucumán.

El derrotero de la costa principia en puerto Betas, probablemente correspondiente, por la latitud que le asigna, á la Caleta de Blanco Encalada ó al puerto del Cobre.

Las longitudes parece que tienen su meridiano origen en algunas de las islas Canarias y el sentido en que las cuenta es el de Oeste á Este, contrario, por consiguiente, al hoy acostumbrado, pero conforme con las decisiones del Congreso astronómico de Washington que ha dispuesto lo mismo.

Hé aquí algunos de los puntos anotados:

| | Latitud | Longitudes |
|---|---|---|
| «*Puerto Betas*..... | 24° 36' | 310° 24' |
| «*Baquillas*, alojamiento con agua de serranía y la última del poblado de Copiapó..... | 24° 27' | 311° 48' |
| «*Paposo*, monte á la mar, es alojamiento con agua..... | 25° 6' | 310° 30' |
| «*Carrizalillo*, cierto ciénago que da poca agua..... | 25° 48' | 310° 42' |
| «*Pueblo Hundido*, es alojamiento por una y otra parte del río de Chañaral, y la tradición es que á la parte del Norte del río hubo un pueblo que se hundió á causa de un terremoto..... | 26° 18' | 311° 6' |
| «*Villa de Copiapó*, nombrada San Francisco de la Selva..... | 27° 5' | 310° 8' |
| «*Mina de los Candeleros de Plata*..... | 26° | 311° 6' |

Aquí pararán mientes los mineros copiapinos al ver la contradicción de estas posesiones, respecto de Copiapó, con lo conocido hasta ahora acerca de la misteriosa mina tan buscada y tanto tiempo soñada.

Si mediaban 55' en latitud entre Copiapó y la mina, la ubicación del portentoso tesoro no corresponde á Ladrillos ni á ninguno de los otros derroteros de la tradición sino más bien á Tres Puntas.

Pero en este cerro de tanta opulencia también no se encontró al tiempo de su descubrimiento ningún signo de antigua explotación.

¡Nuevo misterio y nuevas congeturas para los del oficio de minero!

Vino en seguida el gran mapa del conocido geógrafo español don Juan de la Cruz Cano y Olmedilla, del Real Observatorio de San Fernando, en forma de un album espléndido por el lujo decorativo que los adorna desde su portada alegórica del descubrimiento y la conquista de este continente por el cristianismo, hasta los emblemas científicos y heráldicos profusamente distribuídos en todas sus páginas.

Ya el insigne Mercator había iniciado los progresos de la cartografía con su trascendental invención de la carta plana de meridianos paralelos y latitudes crecientes, á la vez que con el esmero y elegancia en el dibujo, pero entre él, por los últimos años del siglo XVI y Cano y Olmedilla en 1775, no ha figurado nuestro Desierto de Atacama sino en el tosco bosquejo de Alonso Ovalle y en el derrotero de Amat.

Cano y Olmedilla es el resumen y recopilación de todo lo anteriormente conocido, bueno y malo, y de aquí viene que en nuestra diplomacia se hayan hecho valer con tanto tesón, según el grado en que respectivamente favorecía á las partes contendentes, la importancia de los rasgos geográficos y las líneas de demarcación política y administrativa que de ese imperfecto documento se pretende deducir.

Después de estos trabajos históricos, siquiera bien intencionados y fundados en observaciones propias de sus autores, vienen los mapas de especulación y de mera fantasía, entre los cuales, uno muy

en boga por algún tiempo, publicado en Londres el año de 1843 bajo la firma de Arrowsonith, ha quedado con razón relegado al olvido y á una absoluta prescindencia.

Felizmente para las ciencias y el progreso de Chile, el ilustre Claudio Gay adelantaba ya á la sazón en el trabajo de su magna obra, y aún cuando sus beneficios no alcanzaban hasta nuestras latitudes del Norte, el camino, sin embargo, principiaba á abrirse en aquella dirección, y en 1848, el gobierno contrataba con el geólogo don Amado Pissis el levantamiento del único mapa de la República que hasta ahora poseemos, el cual alcanzó á pasar de Copiapó al norte y fué continuado después hasta deslindarnos con Bolivia.

No es extraño que después de ese vigoroso ensayo, trabajo de grande aliento para la época en que fué emprendido, nos hayamos quedado estacionados sin dar un paso más durante veinte años; pero es inadmisible que ahora, en pleno desarrollo del progreso material y de una prosperidad fiscal que permite la multiplicación de las vías de tráfico por mar y tierra y alienta á realizar la red de ferrocarriles en todo el ancho y largo de la República, no veamos emprenderse con nuevo vigor aquel mismo trabajo indispensable para esas mismas obras y para las múltiples necesidades de la agricultura, la minería, las industrias diversas y también para integridad del territorio nacional.

La gran carta geográfica de Pissis, que no pudo ser ni perfecta, ni siquiera satisfactoriamente adecuada á los fines que debería llenar, ha llegado á ser hoy día de todo punto insuficiente, como lo prueban las diarias necesidades y las continuas dificultades con que los progresos del país luchan á cada paso para suplir la falta de una representación gráfica del territorio, siquiera en un grado aproximado á la perfección.

¡Con cuánta razón preveía estos hechos la experiencia y sabiduría de Gay!

En carta á don Manuel Montt, que oportunamente trascribe el señor Medina en su «Mapoteca,» decia el ilustre naturalista: «...Sin duda vale mucho más alcanzar la perfección en todo; pero respecto de las ciencias de observación es tan difícil que sólo á la larga podrá llegarse á ella, si es que se llega. Así, persuádase Ud. que la carta

de Mr. Pissis, necesariamente mucho más exacta que la mía, correrá la misma suerte cuando más tarde se quiera hacer levantar otra verdaderamente topográfica y susceptible de servir á las diferentes combinaciones del gobierno.»

El desierto de Atacama, que por su aridez y sus peligros no alcanzó á ser objeto de aquellos trabajos geográficos sino en grado de exactitud muy inferior al del resto de la república, fué, no obstante, favorecido por la sabiduría del ilustre naturalista, que el país conserva todavía, para fortuna de su progreso científico, al cuidado del Museo Nacional.

Pero la obra clásica del Dr. Phillippi, tan valiosa y estimable por su mérito científico, no nos dejó sino un rasgo de maestro en la vaga fisonomía geográfica del desierto y cordilleras atacameñas.

Más tarde, después de los últimos trabajos de Mr. A. Pissis, y fundándose en un bosquejo de triangulación del desierto, que tenía más de imaginario que de real, don Augusto Villanueva trazó un mapa abundante en detalles y rectificaciones que pudo introducir con motivo de exploraciones mineras é industriales que el Supremo Gobierno confió á la competencia del distinguido ingeniero.

Este trabajo sirvió por algún tiempo de único guía del desierto, prestando muy oportunos y útiles servicios.

Finalmente, don Alejandro Bertrand trazó con mano diestra y erudición de geógrafo, los itinerarios de una interesante escursión en que determinó, con notable exactitud, algunos contornos de la altiplanicie boliviana.

Hay que agradecer al autor de este importante trabajo un mérito que lo realza y recomienda todavía más. La honradez científica que exhibe las pruebas de lo que se afirma y suministra los elementos con que se construye, es como la cartera abierta del ingeniero que nada oculta ni disfraza, ó como los elementos del triángulo que no admiten más solución que la verdad.

En el procedimiento usado por el señor Bertrand, que debería ser de uso corriente en trabajos de tal naturaleza, la duda no encuentra asilo, y bueno ó malo el resultado, basta el sello de la verdad que refleja para ser estimado en todo su valor y merecida confianza.

Por ese mismo tiempo, la «Comisión exploradora de Atacama»

había ya dado principio á sus trabajos, abarcando con sus exploraciones y estudios, en conjunto y según un plan determinado, toda la extensión del vasto territorio del desierto y de las altiplanicies andinas, desde la costa marítima hasta la última cordillera del oriente por donde serpentea, en las nevadas alturas, la línea antidinal que limita nuestra soberanía nacional y corre el dorso del continente separando nuestras vertientes que vienen al Pacífico, de las opuestas que se dirigen al Atlántico.

La tarea era basta, los recursos exiguos y el personal deficiente; pero no obstante, el plan propuesto, tímidamente expresado, pudo continuar avanzando y hoy puede exhibirse concluído, esperando el fallo de la opinión que juzga y la sanción benévola del público que ha de aprovecharlo.

---

## 2.—OBJETO Y NATURALEZA DEL TRABAJO

Difícil sino imposible es trazar marcadas líneas de separación entre los métodos y los medios que respectivamente corresponden á los diversos ramos de las ciencias exactas que tratan de la medida del espacio.

Desde los estrechos horizontes de la topografía que acumula los detalles, hasta la geodesia que liga entre sí á las naciones y los continentes, y desde ésta hasta la astronomía, que nos señala el punto céntrico del universo, de donde derivan la fuerza, la luz y el calor que engendran la vida sobre este planeta, hay gradaciones y tintas intermedias que no permiten decidir donde cesa la una para dar lugar al dominio de la otra, variando así el grado de perfección en los procedimientos y aumentando el rigor de la exactitud matemática, desde la plancheta al teodolito y el anteojo meridiano, como aumenta de esplendidez el sol desde los albores del horizonte hasta la plena luz del medio día.

Tratándose de un territorio desierto y estéril de toda vegetación, pero profusamente cubierto de materias minerales de gran valor industrial, ó á lo menos de útil aplicación y fácil aprovechamiento; cruzado de sistemas montañosos que se relacionan por la dirección

dinarios de temperatura, hubo de aceptarse como de bastante y satisfactoria exactitud el error menor de un milímetro que dió por resultado la medición de la base.

No habiendo línea quebrada, tampoco se hizo necesaria la reducción á un mismo arco de círculo máximo.

Todavía, ni aún la reducción de la base al horizonte de uno de sus extremos entraba en la necesidad de ser considerada.

Hé aquí, para comprobación, los datos de este elemento de cálculo.

**Base medida = 2000 metros**

$$B - b = 2 \text{ sen}^2 \tfrac{1}{2} a$$

iendo $d$, ángulo de inclinación = 0.°26′50″

$B$ = base medida

$b$ = base reducida al horizonte del extremo oriental.

log. 2 = 0.3010300

log. $B$ = 3.3010300

2 log. sen $\frac{1}{2}$ $a$ = 5.1827392

log. $B - b$ = 8.7847992

$B - b$ = 0.0609 metros.

$B$ = 2000

$B - b$ = 0.0609

$b$ = 1999.9391

Para la reducción de esta magnitud al nivel del mar, dada la mejor altura conocida de Copiapó 369$^m$, la fórmula:

$$B - b = B\left(\frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2} + \frac{h^3}{R^3} - \frac{h^4}{R^4} + \ldots\ldots\right)$$

log. $B$ = 3.3010167

log. $h$ = 2.5489787

log. $Bh$ = 5.8499954

log. $R$ = 6.8050086

$B - b$ = 0.11091

$B$ = 1999.93910

$-(B - b)$ = 0.11091

$b$ = 1999.82819

**Base reducida al nivel del mar**

Tomando el primer triángulo $A\ B\ 1$ que arranca de esta base:

$$A = 58^{\circ}26'20''; B = 92^{\circ}\ 4'20''; 1 = 29^{\circ}29'20''$$

que da para el lado $A\ 1 = 4.060^{m}28$.

$$\begin{aligned} \log.\ A\ B &= 3.3009928 \\ \log.\ \text{sen}\ 92^{\circ}4'20'' &= \underline{9.9997159} \\ & \quad 3.3007087 \\ -\log.\ \text{sen}\ 29^{\circ}29'20'' &= \underline{9.6921899} \\ \log.\ A\ 1 &= 3.6085188 \\ A\ 1 &= \quad 4059.93 \end{aligned}$$

Ahora bien, tratándose de trabajos de mera exploración, con instrumentos de solo regular exactitud, y apenas con medios y recursos de viajeros y observadores á vuelo de pájaro, no había para que entrar en la apreciación de errores de tal magnitud y se aceptó para el cálculo de los triángulos, lisa y llanamente la base de 2000 metros, tal como reeultó de la exacta medición directa.

---

## 4.—MÉTODO DE TRIANGULACIÓN ADOPTADO

Sin hacer más que mencionar, por respeto y admiración, los estupendos trabajos geodésicos y maravillosos resultados de las cartas de Francia é Inglaterra, solo posibles en la prodigalidad de los recursos y la grandeza de tales naciones, á lo menos séanos permitido pretender que podemos acercarnos y aspirar á un grado de exactitud satisfactorio, equivalente al de segundo orden y prácticamente lo bastante para la fiel y útil aplicación de un mapa á los usos ordinarios y á las conveniencias del Estado.

En este orden y en tal necesidad, nada de pilares de mampostería para la cómoda y sólida instalación del teodolito, ni de heliotropos y construcciones esmeradas para la nitidez y pureza de las imágenes hemos podido disponer.

dinarios de temperatura, hubo de aceptarse como de bastante y satisfactoria exactitud el error menor de un milímetro que dió por resultado la medición de la base.

No habiendo línea quebrada, tampoco se hizo necesaria la reducción á un mismo arco de círculo máximo.

Todavía, ni aún la reducción de la base al horizonte de uno de sus extremos entraba en la necesidad de ser considerada.

Hé aquí, para comprobación, los datos de este elemento de cálculo.

**Base medida = 2000 metros**

$$B - b = 2 \text{ sen}^2 \tfrac{1}{2} \alpha$$

iendo $\alpha$, ángulo de inclinación $= 0.^{\circ}26'50''$

$B$ = base medida

$b$ = base reducida al horizonte del extremo oriental.

log. $2 = 0.3010300$

log. $B = 3.3010300$

2 log. sen $\frac{1}{2}\ \alpha = 5.1827392$

log. $B - b = 8.7847992$

$B - b = 0.0609$ metros.

$B = 2000$

$B - b = \quad 0.0609$

$b = 1999.9391$

Para la reducción de esta magnitud al nivel del mar, dada la mejor altura conocida de Copiapó $369^{m}$, la fórmula:

$$B - b = B\left(\frac{h}{R} - \frac{h^2}{R^2} - \frac{h^3}{R^3} - \frac{h^4}{R^4} - \ldots\ldots\right)$$

log. $B = 3.3010167$

log. $h = 2.5489787$

log. $Bh = 5.8499954$

log. $R = 6.8050086$

$B - b = 0.11091$

$B = \quad 1999.93910$

$-(B - b) = \quad 0.11091$

$b = \quad 1999.82819$

**Base reducida al nivel del mar**

Tomando el primer triángulo $A\ B\ 1$ que arranca de esta base:

$$A = 58^{\circ}26'20''; B = 92^{\circ}\ 4'20''; 1 = 29^{\circ}29'20''$$

que da para el lado $A\ 1 = 4.060^{m}28$.

$$\log.\ A\ B = 3.3009928$$
$$\log.\ \text{sen}\ 92^{\circ}4'20'' = 9.9997159$$
$$3.3007087$$
$$-\log.\ \text{sen}\ 29^{\circ}29'20'' = 9.6921899$$
$$\log.\ A\ 1 = 3.6085188$$
$$A\ 1 = 4059.93$$

Ahora bien, tratándose de trabajos de mera exploración, con instrumentos de solo regular exactitud, y apenas con medios y recursos de viajeros y observadores á vuelo de pájaro, no había para que entrar en la apreciación de errores de tal magnitud y se aceptó para el cálculo de los triángulos, lisa y llanamente la base de 2000 metros, tal como reeultó de la exacta medición directa.

---

## 4.—MÉTODO DE TRIANGULACIÓN ADOPTADO

Sin hacer más que mencionar, por respeto y admiración, los estupendos trabajos geodésicos y maravillosos resultados de las cartas de Francia é Inglaterra, solo posibles en la prodigalidad de los recursos y la grandeza de tales naciones, á lo menos séanos permitido pretender que podemos acercarnos y aspirar á un grado de exactitud satisfactorio, equivalente al de segundo orden y prácticamente lo bastante para la fiel y útil aplicación de un mapa á los usos ordinarios y á las conveniencias del Estado.

En este orden y en tal necesidad, nada de pilares de mampostería para la cómoda y sólida instalación del teodolito, ni de heliotropos y construcciones esmeradas para la nitidez y pureza de las imágenes hemos podido disponer,

Era forzoso conformarse con simples castillejos ó mojones de piedra seca de 1.50 á 3 metros de altura, según los casos; á veces coronados con una banderola pero más generalmente sin apéndice alguno, y sin aprovechar las formas naturales ó puntas agudas de las cumbres sino cuando por muy características y netas podían servir de bien difinidas miras.

En lo general, los lados de los triángulos variaban entre 5,000 y 10,000 metros, para cuyas distancias, como se comprende, las miras de 1.50 á 2 metros eran lo bastante para dar buenas imágenes.

En la altiplanicie, donde los triángulos eran mayores, las señales de 2 á 3 metros bastaban, al ojo ejercitado en tales operaciones, para conseguir buenas punterías.

El método seguido desde el principio de los trabajos para la colocación de las miras de observación, mejorado más tarde con la constante y laboriosa práctica del ingeniero, á la vez que con la destreza y sagacidad de ojo adquirido por los ayudantes auxiliares para la estimación aproximada de las distancias y de la amplitud de los ángulos, ha consistido en distribuir los puntos de primer orden según los ejes de las montañas que corren de S. á N. y los de cordones trasversales que las ligan entre sí.

Las cumbres más altas han sido las siempre elegidas, por inaccesibles que parecieran; y en todos los casos, á la vez de llenar las prescripciones relativas á la forma conveniente de los triángulos, se procuró en todo lo posible distribuir los puntos accesorios ó de segundo orden por donde mejor respondían al propósito de solucionar el problema orográfico de la orientación de los sistemas de montañas.

Esto conviene tener en vista al examinar el cánevas así trazado, para explicarse la razón de lo que pudiera parecer irregular ó poco simétrico en cuanto á la uniformidad de los órdenes de triángulos y á su encadenamiento.

Tan cierto es que el geógrafo no se hace en las aulas de la Universidad, como que todavia no es bastante tampoco para hacerlo, el campo de experiencia donde se forma el experto agrimensor.

La percepción de las magnitudes y de la disposición relativa de los objetos en los cuadros de la naturaleza, es un hábito que sólo se adquiere en el teatro mismo de aquellas grandes realidades. Allí

donde los efectos engañosos de la visión porfían obstinadamente en dar las proporciones de lo culminante y principal á lo que apenas es mediano y secundario, y vice versa es donde se aprende á percibir y juzgar de las verdaderas proporciones del paisaje. En los desiertos es donde se acostumbra la vista á distinguir entre la realidad y los efectos perturbadores de la refracción; entre la verdad desnuda y los falsos alhagos del miraje; entre las apariencias que adulteran el relieve topográfico del terreno, y la percepción geométrica que aprecia las salientes aristas y pendientes abruptas de una montaña piramidal donde la visión al contrario percibe declives y contornos redondeados.

La desnudez del terreno, por otro lado, la esterilidad por do quiera, la extensa superficie desierta, lo escabroso y empinado de las cumbres y los obstáculos y privaciones, han dificultado pero no impedido que al fin quedaran, como testigos irrecusables del trabajo y como instrumentos fieles para su comprobación ó rectificación, las modestas señales que el tiempo destruirá pero que el cálculo y el teodolito sabrán en cualquiera ocasión descubrir y comprobar.

El método de triangulación adoptado ha consistido en procurar el encadenamiento de todos los puntos culminantes y términos ó extremidades de los cordones de montañas para determinar sus ejes de dirección y la manera como se distribuyen y enlazan entre sí, tanto bajo el punto de vista del problema orográfico como del de interés y atención que merecía el de los contornos geológicos.

De esta manera, los vértices de triángulos de la cadena de la costa marítima se ligan con los de la cordillera occidental de los Andes; los de ésta con los de la cordillera Real; los de esta última á su vez con los de la cordillera oriental donde limita por aquel viento la altiplanicie atacameña, y todos estos entre sí y con los de cordones trasversales y contrafuertes que corren en sus respectivas direcciones ó empalman y entralazan con los ejes principales, forman una simétrica red de líneas geodésicas que dibujan con exactitud los carecteres más salientes del esqueleto rocalloso de aquel gran detalle de nuestro continente.

Más de quinientos triángulos son los que se entrelazan en esta red, y si su forma no es tan regular y armónica como las que muy

fácilmente se trazan con la imaginación en el papel, llenan no obstante la prescripción de las convenciones topográficas y satisfacen al rigor de las exigencias del cálculo como á las conveniencias del trazado gráfico.

---

## 5.—LOS INSTRUMENTOS USADOS

Los instrumentos usados para la medición de los ángulos han sido dos magníficos teodolitos de la acreditada casa de Schwalb Hnos. de Valparaíso, construcción de Throughton, sistema concéntrico y con aproximación de 20" en ambos limbos azimutal y vertical.

De construcción sólida hasta el punto de haber resistido estos perfectos instrumentos las más duras y destructoras pruebas, viajando largas distancias á lomo de mula, no sufrieron jamás otro deterioro que el desgaste natural é indispensable del eje vertical después de constante uso en cuatro años de servicio.

Anteojo astronómico con retículo provisto de cinco hilos verticales y uno horizontal, formando cuerpo rígido con el limbo cenital.

Su peso total, en su caja, de cincuenta kilogramos, más ó menos, permitía el uso portátil sobre su trípode de madera.

Con finísima división en plata, excelentes niveles y microscopios para la lectura en ambos limbos, no era necesario más para las condiciones del trabajo que iba á emprenderse.

Para la estación del instrumento en los vértices, se ha prescindido del error de escentricidad, cuidando de disminuír todavía más su pequeñez, con la conveniente colocación del teodolito respecto de los puntos visados y la limitación de su distancia al centro de estación á no más de un metro por lo general.

Para la lectura de los ángulos, ha sido necesario conformarse á las circunstancias generales del trabajo, como en todo lo demás. Los huracanes, el hielo excesivo, la premura del tiempo, la instabilidad del suelo, la vibración del trípode del instrumento y el estado de ajitación natural del observador en medio de condiciones difíciles y en el corto tiempo disponible, no podían permitir la multiplicidad de lecturas, ni por la repetición ni por el excelente sistema de reitera-

ciones; pero las anotaciones se han hecho siempre con cuidado, con atenta observación y con el detenimiento necesario para no incurrir en el caso de equivocaciones injustificables, sino á lo sumo en los errores consiguientes y dentro de los límites permitidos y aceptados.

Y así ha sucedido que la suma de los ángulos se ha verificado muchas veces en el rigor de los 180°, en otras se ha mantenido inferior á la suma de los errores de 20" para cada ángulo, es decir, á una ó dos divisiones del nonio, y en muy raras ocasiones el error ha excedido del máximum de 1'.

En los ángulos verticales ó de inclinación se ha tenido el mismo cuidado de observación; pero la mucho mayor significación de los errores en este sentido, no ha podido necesariamente dar para las alturas de los puntos sino resultados de menos satisfactoria exactitud aunque de importancia y utilidad como datos de comprobación para el conocimiento de esas magnitudes adquirido por otros medios.

Los errores de refracción, dadas las horas obligadas de observación, siempre después de las 10 A. M. hasta las 3 P. M., eran, por lo tanto, lo menor y lo más igual posible.

Para la clara percepción de las visuales, las nieblas tan constantes en la costa, daban lugar á pérdidas de tiempo y á más ó menos vagas punterías, al contrario de lo que acontecía en el desierto central ó en las regiones andinas, donde la pureza de la atmósfera y á veces la belleza de las tardes permitía aprovechar, aún para las visuales más largas de los grandes triángulos, el límpido y hermoso fondo azul y aurora en que se dibujaba la silueta de las montañas, destacándose de ella en sus característicos contornos las señales geodé sicas.

Lo necesario era siempre, sobre todo en las grandes alturas, despacharse pronto, aprovechando muy bien el tiempo, porque además de la lectura de los ángulos había siempre el trabajo de dibujar el aspecto topográfico, observar los instrumentos de altura, tomar notas geológicas y coleccionar rocas, hacer anotaciones diversas y trazar el camino recorrido.

En las altas montañas del desierto y cordilleras, no consiste la única dificultad en llegar á las cumbres, sino en mantenerse sobre ellas. Llevar allí los recursos para la subsistencia del hombre y pasar

las noches al abrigo de una carpa, es posible; pero lo que no es fácil y más á menudo imposible, es llegar hasta allí con las bestias y mantenerlas.

Raras veces se ha podido repetir una ascensión; la del Licancaur costó una penosa trasnochada, malográndose el objeto de hacer estación geodésica en su cúspide empinada y escoriácea á 6,000 metros sobre el nivel del mar y á 3,000 de abrupta elevación sobre su base. Intentar por segunda vez este camino de espiral en torno de un perfecto cono surcado de grietas profundas abiertas en terreno de cortante vidrio volcánico, habría sido precipitar el resultado final de la expedición por el agotamiento de los animales.

---

## 6.—CÁLCULO DE LOS TRIÁNGULOS

El registro para la formación del cánevas, consta simplemente del encabezamiento en que se anota el lado del triángulo que se toma por base y el punto extremo del mismo que se toma por estación; y en seguida cuatro columnas en que se anotan 1.º los lados del vértice; 2.º las lecturas en el limbo azimutal; 3.º las inclinaciones en el círculo vertical, y 4.º las observaciones.

Ejemplo:

Base C. D. = 1360 mts.: estación en C: en Llano de Varas, frente á máquina Atacama, distancia 119 mts. al S. 53º 45' E.

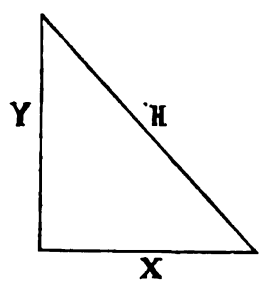
Dirección astronómica de C D = 34º 31'
Dirección magnética = N. 21º 45' E.
Inclinación al horizonte = 0º 01' 20" B.

| Angulos en los vertices | Angulos azimutales | Angulos verticales | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| D C 1 | 280° 51' 20" | 2° 57' 20" | Cumbre morro de Cachiyuyo |
| " " 3 | 315° 40' 00" | 1° 02' 00" | Palomar de la Posada |
| **Base C D: estación en D:** | | | |
| C D 1 | 68° 16' 20" | 2° 51' 40" | Cumbre morro de Cachiyuyo |
| " " 4 | 285° 16' 40" | " " " | En la llanura, camino á Tres Puntas |
| **Base, lado D 1:** | | | |
| 1 D 2 | 38° 8' 40" | | Cerro Chico: arranque del cordón Cachiyuyo |

Con los datos así anotados se han calculado los lados de los triángulos y con éstos las coordenadas rectilíneas.

Partiendo de la base de Copiapó, principia la red topográfica con los elementos siguientes:

**CALCULO DEL AZIMUT DE UN LADO**




BASE MEDIDA $A - B = 2000$ METROS

Dirección astronómica $A - B = 311° 45' 22''$ 5,
Dirección magnética " $= 298° 59' 20''$0.

TRIÁNGULO $A - B - I$ (LINDEROS CERRO CHANCHOQUÍN)

Angulo en $A = 58^{\circ}\ 26'20''$
" " $B = 92^{\circ}\ 4'\ 20''$
" " $I = 29^{\circ}\ 29'\ 20''$

$$A—I = \frac{A-B \text{ sen. } 87^{\circ}\ 55'\ 40''}{\text{sen. } 29^{\circ}\ 29'\ 20''}$$

Dirección $A - I$ desde $A$ $10^{\circ}\ 11'\ 40''$

$+x = 718.63$ para $I$
$+y = 3996.18$ desde $A$

3.301.0300
+9.999.7159
13.300.7459
−9.692.1899
*log.* $A - I =$ 3.608.5560

360
311 45 20
58 26 20
−48 14 40
direc = $10^{\circ}$ 11' 40"

| Seno | Coseno |
|---|---|
| 3.608.5560 | 3.608.5560 |
| +9.247.9470 | +9.993.0890 |
| 2.886.5030 | 3.601.6450 |
| N.º 718. 63 | N.º 3996. 18 |

TRIÁNGULO $A - B - 4$ (LINDERO FRENTE Á MÁQUINA GALLO)

Angulo en $A = 73^{\circ}\ 50'\ 00''$
" " $B = 45^{\circ}\ 18'\ 40''$
" " $4 = 60^{\circ}\ 51'\ 20''$
dirección $A - 4$ desde $A = 237^{\circ}\ 55'\ 20''$

$$A—4 = \frac{A - B \text{ sen. } 45^{\circ}18'40''}{\text{sen. } 60^{\circ}\ 51'\ 20''}$$

$x = H$ sen. $D$ $y = H$ cos. $D$

| | | |
|---|---|---|
| 3.301.0300 | 3.211.6498 | 3.211.6498 |
| +9.851.8304 | 9.928.0515 | 9.725.1518 |
| 13.152.8604 | 3.139.7013 | 2.936.8016 |
| −9.941.2106 | | |

*log.* $A-4=3.211.6498$ N.º 1374.43. N.º 864.57

$-x=1379.43$ } p.ª 4
$-y=864.57$ } desde $A$

CÁLCULO PARA BASE 4 — 1

$+x=718.63$ $+y=3.996.18$
$-x=1.379.43$ $-y=864.57$
$x=2.098.06$ $y=4.860.75$

fórmula p.ª dirección de 4 — 1: tang. $D=\frac{x}{y}$

fórmula para largo: $4-1=\sqrt{x^2+y^2}$

$x^2=4.401.630$ log. $x=3.321.8067$
$y^2=23.626.400$ log. $y=3.686.6992$
$x^2+y^2=28.028.030$ log. tang. $D=9.635.1075$
log. $(x^2+y^2)=7.447.5921$ Ang. $D=23^\circ\ 21'\ 00''$
$\frac{1}{2}$ log. $(x^2+y^2)=3.723.7960$ largo de base 4—1 = 5.294.$^{mts.}$25
N.º 5.294.$^{mts.}$25 dirección 4—1 = 23º 21' 00"

TRIÁNGULO 4 — 1 — 6 (LINDERO C. MINA CHANCHOQUÍN)

Angulo 4 = 32º 18' 40"
» 1 = 59º 52' 00"
» 6 = 87º 49' 20"
dirección 4—6 desde 4 = 55º 39' 40"

$$4-6=\frac{4-1\ \text{sen. } 59^\circ\ 52'\ 00''}{\text{sen. } 87^\circ\ 49'\ 20''}$$

div.: 4—1 = 23º 21'
+ 32º 18' 40"
div.: 4—6 = 55º 39' 40"

| | | seno | coseno |
|---|---|---|---|
| | 3.723.7960 | | |
| | +9.936.9456 | | |
| | 13.660.7416 | 3.661.0554 | 3.661.0554 |
| | −9.999.6862 | +9.916.8305 | +9.751.3458 |
| | log. 4—6 = 3.661.0554 | 3.577.8859 | 3.412.4012 |
| | | N.º 3.783.$^{mts.}$43 | N.º 2.584.$^{mts.}$65 |

$+x=3.783.^{mts.}43$ } para 6
$+y=2.584.\ 65$ } desde 4

Mas adelante, en el lugar correspondiente, se insertará el registro general donde consten los resultados de estos cálculos para todos los puntos de la triangulación.

---

## 7—OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

Así conocidas las coordenadas de los vértices respecto de los ejes rectangulares formados por el meridiano y paralelo que se cruzan en el punto A, extremo oriental de la base de Copiapó tomado por origen, se procedió en seguida á la transformación de aquellas líneas rectas á coordenadas esféricas ó sea á los elementos geográficos de latitudes y longitudes, refiriendo estas últimas al meridiano de Greenwich para conformarse á las resoluciones del Congreso de Astronómico de Washington.

Y ya que se presenta la ocasión de citar aquel acontecimiento científico, cuyas decisiones hacen ley y deberían ser acatadas y definitivamente observadas, séanos permitido una corta disertación aquí acerca de aquella de las conclusiones decretadas por aquel tribunal científico que se refiere al sentido en que deben ser contadas las longitudes terrestres.

¿Conviene y está sancionado como un deber en homenaje al progreso científico, el numerar la graduación de las longitudes en sentido de oeste á este?

Los defectos de este sistema son evidentes y á pesar de la unanimidad que en nombre de la indisputable conveniencia de uniformar y perfeccionar los procedimientos geográficos recayó sobre las decisiones del sabio congreso, no se resuelve el criterio científico ni menos el sentido práctico del ingeniero ni del marino á contar las distancias de longitud en dirección opuesta al movimiento diurno de la tierra.

Y con mucho mayor razón si se considera que la incuestionable ventaja de la hora universal tan sabiamente sancionada por el mismo congreso, queda afectada de los molestos cambios de fecha y procedimientos de cálculo más engorrosos.

Acostumbrar el espíritu á admitir que el sol pasaría por las horas

mayores antes que por las menores, es decir, por el meridiano de dos horas antes de culminar en el de 1 hora, ó sea, considerarlo por los meridianos de 20 horas en el Rio de la Plata, antes de tenerlo sobre los de 19 horas de nuestras costas del Pacífico, es someterlo á una mortificación tan inútil como inconducente.

Por tales razones y por seguir también la práctica adoptada todavía por los marinos chilenos, la graduación de las longitudes, en el mapa de que tratamos, se ha hecho partiendo del meridiano de Greenwich y en el sentido acostumbrado de Oriente á Occidente.

La determinación de la longitud geográfica de Copiapó de donde arranca la base principal de la triangulación y en cuyo extremo oriental fué decidido el origen de las coordenadas relativas, ha sido objeto de repetidas pruebas y numerosas observaciones á que obligaban la imperfección de los instrumentos y la dificultad de los medios disponibles. Y sólo después de tanteos y verificaciones diversas se ha logrado al fin tener, con la seguridad de los procedimientos astronómicos, el punto de partida bien definido y los medios de comprobación bien establecidos.

Para las observaciones se ha hecho uso de un círculo de reflexión de Pistor y Martins, con horizonte de mercurio; de un teodolito de los mismos constructores, de apreciación de 10″ y de un sextante de igual aproximación, perteneciente al oficial de marina D. Carlos Porter W. con más la valiosa cooperación de ese ilustrado profesor; dos cronómetros de bolsillo Dent núms. 30567 y 40587, que jamás justificaron, por su marcha irregular la fama de su autor, y uno excelente de Jewite N.º 1150 perteneciente al mismo Sr. Porter.

Latitudes.—Principiando por el puerto de Caldera, las latitudes anteriormente conocidas eran las siguientes:

| Latitudes S. | Autores. | |
|---|---|---|
| 27° 05′ 08″ | A. Pissis | (embarcadero) |
| 27° 03′ 46″ | Almt. Cloué | (semáfora) |
| 27° 04′ 00″ | Cartas marinas | (faro) |
| 27° 03′ 25″ | (¿) | |

La del señor Pissis está indudablemente equivocada por exceso;

la del Almirante Cloué del Atalanta se refiere á la semáfora del puerto y la última es la latitud del faro.

El señor Porter tenía varias observaciones, pero con motivo de estos estudios del Desierto, verificó una interesante serie de alturas de sol durante 30 días consecutivos, dando el promedio de todos los cálculos: 27° 02′ 34″ de latitud Sur.

Posteriormente verificó el mismo trabajo una comisión del Observatorio Astronómico, debida á la benévola cooperación del malogrado matemático, su antiguo director D. José I. Vergara que siempre prestó su ilustrada experiencia al buen éxito de estos estudios.

Presidida esa comisión por el competente actual director del Observatorio señor A. Obrecht y tomando por punto de observación el pie de la torre de la iglesia parroquial de Caldera cuya cúspide, es vértice principal de la triangulación, su resultado fué, calculada para dicha cúspide:

27° 04′ 05.″ 9.

Comparada esta latitud con la del marino Porter W·, la disferencia asciende á 1.′ 31.″ 9, pero teniendo en cuenta la distancia de N. á S. que separa á ambos puntos de observación, los resultados se aproximan hasta no exceder esa diferencia de 50."

Comparando ahora con la latitud que resulta de la triangulación, la diferencia es mucho menor:

| | | |
|---|---|---|
| Obrecht..... | 27° 04′ 05″ 90 | Cúspide de la torre. |
| Com. Exploradora..... | 27° 04′ 17″ 67 | |
| | dif. 11″ 77 | |

Siendo tan admisible un error de esta magnitud, se dió por aceptada la diferencia, la que, seguramente, resulta de un desplazamiento en el ángulo de la dirección astronómica aceptada para la base é introduciendo en el cálculo del primer azimut de un lado.

Ahora, por lo que respecta á la ciudad de Copiapó, el mismo señor Pissis y el astrónomo americano Gillis son los únicos autores que habían determinado su latitud, antes de los presentes estudios:

Pissis..... 27° 22' 30"
Gillis..... 27° 22' 23"

El capitán de marina D. A. C. Lynch, que por algún tiempo estuvo agregado á la comisión esploradora, obtuvo como promedio de una serie de observaciones meridianas de sol:

Lynch..... 27° 19' 36. 6

cuyo valor introducido como elemento en los cálculos de longitud y en las comprobaciones de la triangulación acusó una cifra un tanto baja.

La siguiente observación, en Julio 23 de 1885, vino á restablecer la mayor proximidad de la verdad al resultado de Gillis.

| | |
|---|---|
| Var., hor. de la Decl..... | 31."00 |
| Dif. de merid$^{a}$..... | 4.689 |
| | 46.89 |
| | 1406.7 |
| | 145.359 |
| Decl ⊙ N..... | 20° 0' 16." 7 |
| Corrección..... | 2' 25." 4 |
| Declin ⊙ á o.$^{h}$ t. v. de Copiapó..... | 19° 57' 51." 3 |
| Alt. merid.° ⊙ inst. doble..... | 84° 36' 40" |
| Error del inst..... | + 12' 40" |
| Altur$^{a}$ doble ob.$^{s}$ ⊙..... | 42° 24' 40" |
| R.—P..... | — 58" |
| Alt. verd. ⊙..... | 42° 23' 42" |
| Semid.$^{tro}$..... | + 15' 47" |
| Alt. v. ⊖..... | 42° 39' 29" |
| D. Z..... | 47° 20' 31" |
| Decl. ⊙ N..... | 19° 57' 51" |
| Latitud S..... | 27° 22' 39"7 |

Nuevas observaciones solares y de Júpiter dieron resultados más ó menos aproximados hasta quedar en los límites siguientes:

| | |
|---|---|
| San Román..... | 27° 22' 24." 8 |
| Porter y San Román..... | 27° 22' 16" |

Hé aquí el tipo de cálculo aceptado para esta última.

### LATITUD POR DOS ALTS. DE ⊙ Y EL INTERVALO

OBSERVACIONES EN COPIAPÓ—JULIO 21 DE 1885

*Argumentos*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.ª*h.* Dent 5.h 32.m7.s5 | Intervalo 7.m47.s | 1.ª alt. *v.* ⊖ 36°33'53" | Dif. 0.°49'.7" |
| 2.ª*h.* id 5 39 54 5 | = 1°56'45" | 2.ª " " 37.23.00 | |
| 72. 2. 0 | | | |
| *H.*ª media 5.36. 1. 0 | *S.* | 73.56.53 | |
| Est°ab Dent—2.23. 385 | ½*S* | 36.58.26,5 | |
| *H.* Gr. 3.12. 22.5 | Declin ⊙ n.°..... | | 20°24'27",4 |
| = 3.h 206 | | Variac. en 3h 206— | 1'33",9 |
| | | Decl. N. con | 20° 22' 53",5 |

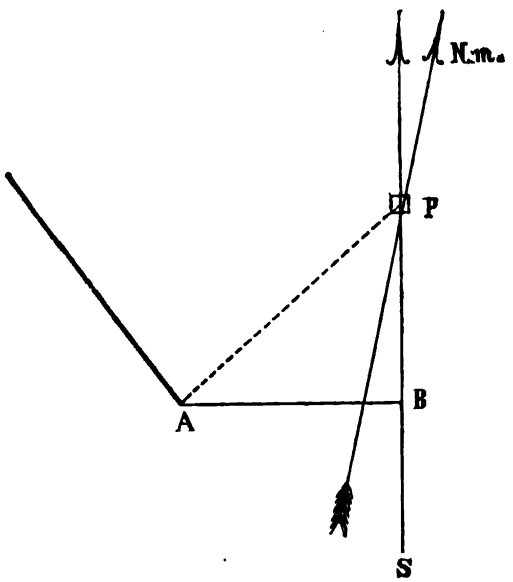
*Cálculo*

| | | |
|---|---|---|
| Dif. alts. sen × *R* 18.154,940 | Ang. ectl. cos.— 9.957,689 | Ang. ecuatl. cos. 9.957,689 |
| Interv. sen— 8.530,899 | Declin. sen. × *R* 19.541,905 | Alt. ecuatl. cos. 9.704,833 |
| Ángulo ecuat sen 9.624,041 | *I* sen. 9.584,216 | Latitud sen. 9.662,522 |
| Ángulo ecuatl. = 24°52'59" | *I.* —22° 34' 31" | *Latitud* |
| | | 27.°22.'16" |
| | ½*S* 36 58 26,5 | |
| | Alt. ecuatl. 59.°32.'57",5 | |

Aceptando esta última latitud como la que mejor comprobaba, comparándola con la latitud Porter para Caldera, la diferencia de paralelos Copiapó-Caldera con la diferencia de ordenadas de la triangulación, previa corrección de las distancias entre los lugares de observación, no se creyó necesario proceder á nuevas determinaciones de este elemento mientras no se pudiera disponer de más perfectos instrumentos y medios más adecuados.

Llegado por fin este caso mediante el envío de la comisión del

Observatorio, el señor Obrecht instaló sus trabajos en un punto inmediato al extremo oriental *A* de nuestra base fundamental, y relacionando á este mismo punto según la disposición que explica la figura, obtuvo por latitud: 27°21'33'5 *S*.




El cálculo de la ordenada del campanario de la iglesia parroquial de Caldera da, transformándola en arco de meridiano, para latitud de aquel punto, como ya se ha dicho antes, 27°04'17"67. Agregando á este valor el valor de la ordenada

$$+y = 31{,}969$$

metros reducidos á arco de meridiano ó sea 17'18". Según la fórmula $\frac{\pi}{10800}\rho$ para el minuto de las diferencias en latitud:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Latitud iglesia de Caldera. | 27°04'17"67 | calculada | por | triangulación. |
| Dif. latitudes Caldera-Copiapó..... | 17'18"00 | " | " | " |
| Lat. Copiapó, extremo *A* de la base..... | 27°21'35"67 | " | " | " |

*Comparación:*

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Obrecht..Lat. en Copiapó. | 27°21'33"5 | en el | extremo | *A* | de la base |
| Comisión Explora. id. id.. | 27°21'35"67 | " | " | " | " |
| Dif..... | 2"17 | | | | |

Esta aproximación, tan cerca de la exactitud matemática é inesperada para los medios y naturaleza del trabajo de la Comisión Exploradora, resulta de que nuestra latitud para Caldera excede en

11"67 á la de la Comisión de astrónomos, como ya se dijo en el lugar correspondiente.

La cuestión de las latitudes queda, en consecuencia, establecida definitivamente como sigue:

| POR OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS | | POR TRIANGULACIÓN | |
|---|---|---|---|
| Lat. S. de Copiapó..... (Estación del ferrocarril). | 27° 21' 33" 5 | Lat. S. de Copiapó..... (Estación del ferrocarril). | 27° 21' 35" 67 |
| Lat. S. de Caldera..... (Iglesia parroquial). | 27° 04' 05" 9 | Lat. S. de Caldera..... (Iglesia parroquial). | 27° 04' 17" 67 |
| Dif..... | 17' 27" 6 | Dif..... | 17' 18" |

Es decir:

Diferencia en arco = 9"6
» en metros = 274.ms

Ya queda dicho que esta diferencia debe tener su origen en la pequeña abertura ó amplitud del ángulo adoptado en la orientación de la base para el cálculo del primer azimut de un lado. Este error, en la mayor escala de $\frac{1}{250000}$ es sensible á 1 milímetro, pero dados los usos á que está destinado el mapa del Desierto y Cordilleras de Atacama, si hubiera de construirse en escala de $\frac{1}{500000}$ el error sería prescindible, y nulo en el caso de escala de $\frac{1}{1000000}$, que será, dada la extensión del territorio que comprende, la que convenga al uso manual é industrial á que debe servir especialmente el mapa.

Sin embargo, debe observase aquí que este error es el más considerable que aparece en todo el canevas y no se repite para los mismos puntos de Copiapó y Caldera en el sentido de la distancia en longitud, porque nuestros resultados, para esta magnitud, arrojan un error totalmente nulo respecto de los obtenidos por los astronómos, como se verá más adelante.

Longitudes.—Para el puerto de Caldera se conocían las siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| Pissis (centro del pueblo)..... | 70° 49' 58" | O. de Greenwich. |
| Almirante Cloué (semáfora).... | 70° 52' 07" 82 | » |
| Buque Atalanta (semáfora)..... | 70° 51' 12" 8 | » |
| Porter W. (estación del ferrocarril) | 70° 51' 30" | » |

Al tratarse de comprobar estas longitudes con motivo de los trabajos de la «Comisión Exploradora», el señor Porter W., siempre deferente y dedicado á observaciones de este género, prestó como antes el contingente de su correcta experiencia y de sus buenos instrumentos astronómicos del uso corriente en la marina.

Se trataba de cambiar señales telegráficas con el Observatorio Astronómico y las operaciones se hicieron en la noche del 6 de diciembre de 1883 en buenas condiciones atmoféricas y en perfecto estado de la corriente eléctrica en el telégrafo para la trasmisión matemática de las horas respectivas.

Hé aquí el tipo del cálculo según las conocidas reglas de Ducon.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sexta lectura en Santiago..... | $9^h$ | $51^m$ | $20^s$ | |
| Adelanto del cromtro. de Santiago. | | | 36.64 | |
| Hora media de Santiago..... | 9 | 50 | 43.36 | |
| Long. del Obs. de Santiago..... | 4 | 42 | 42.40 | |
| Hora de Greenwich tp. m..... | 2 | 33 | 25.76 | |
| Hora Jewit correspdt. á lect.ª 6.ª. | 9 | 55 | 19. | |
| Atraso de Jewit est.º abst.º..... | 4. | 38. | 6.76 | al tiempo medio de Greenwich. |

LONGITUD DE CALDERA SEGÚN CÁLCULO DEL MISMO DÍA

6 de Diciembre: $4^h$ $43^m$ $12,^s98$

Difer.ª entre Santiago y Caldera $30,^s58$

El cálculo para la determinación de la longitud de Caldera fué el siguiente:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hora Jewit | $4^h$ | $16^m$ | $25^s$ | alt. ⊙ | 63° | 31′ | 10″ | Decl. S. | | 22° | 29′ | 59″9 |
| | 4 | 17 | 14 | | 63 | 9 | 40 | Pfe. prop.ª | | + | 2 | 43.4 |
| | 8 | 33 | 39 | | | 40 | 50 | Decl. correj.ª | | 22° | 32′ | 43″3 |
| Estd.º abst.º atr. | 4 | 16 | 49, 5 | | 63 | 20 | 25 | | | | | |
| | 4 | 38 | 6,76 | + | 31 | 40 | 12,5 | | | | | |
| Hora Greenwich tp. m. | 8 | 54 | 56,26=$8^h$91 | | R | P 1 | 27 | | Dif. $1^h$ | | | 18,03 |
| Ec. tp. | + | 8 | 41,39 | | 31 | 38 | 45,5 | | | | | 9,06 |
| | | | | | | | | | | | | 10818 |
| Hora Greenwich tp. verd. | 9 | 3 | 37,65=$9^h$06 | | Semid. | 16 | 16,5 | | | | | 162270 |
| | | | | | 31 | 22 | 29 | | $2^m$ $43^s$,3=16335,8 | | | |

Altura verd.ª ⊙ 31 22 29

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ec tp.° (mean nom.) | $8^m 50^s,84$ | $D\ P$ | 67 | 27 | 16,7 | Comp. sen. | 0.034527 |
| Parte propcl. | 9,45 | Lat.$^d$ | 27 | 2 | 30 | id cos. | 0.050280 |
| | 8 41,39 | $S$ | 125 | 52 | 15,7 | | |
| | | $\frac{S}{2}$ | 62 | 56 | 7,8 | cos. | 9,658004 |
| Dif. p. $1^h = 1.061$ | | $\frac{S}{2}$ alt. verd. | 31 | 33 | 38,8 | sen. | 9,718837 |
| 8.91 | | | | | 2 sen. $\frac{P}{2}$ | | 19.461648 |
| 1061 | | | | | sen. $\frac{P}{2}$ | | 9.730824 |
| 9549 | | | | | | | 712 |
| 8488 | | | | | | | 112\|24 |
| 9.45351 | | | | | | | 4,666 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Caldera hora verd.$^a$ | $4^h$ | $20^m$ | $24^s,67$ | Ducon TVIII |
| Greenwich id id | 9 | 3 | 37, 65 | |
| Longitud de Caldera | 4 | 43 | 12, 98 | |
| Id de Santiago | 4 | 42 | 42, 40 | |
| Dif.$^a$ de Longt.$^d$ | | | $30^s,58$ | |

Por su parte, en el Observatorio, el Sr. Wickmann calculaba también, al mismo tiempo que el Sr. Porter, llevando á su última expresión el cálculo anterior, determinaba la parte proporcional de la marcha de su conómetro en el intervalo comprendido entre la $1\frac{1}{2}$ horas trascurridas en el momento de las observaciones y el del golpe telegráfico de la 6.$^a$ trasmisión adoptada, como sigue:

H. Gr. tom. en el momento medio de las observaciones..... $8^h\ 54^m\ 56^s\ 26$

H. Sant. tomada en el momento de la 6.$^a$ trasmisión..... $9.^h\ 50^m\ 43,^s\ 36$

Longt. de Sant. O. de Gr..... 4. 42. 42, 40

H. Gr. tm. en el momento de la 6.$^a$ trasmisión..... $14^h\ 33^m\ 25,^s\ 76$

Intervalo..... $5^h 64$..... $= 5^h\ 38^m\ 29,^s\ 50$

Marcha del cronómetro Jewit $= 5^s$ 06, luego: $\frac{5.64 \times 5.06}{24} = 1.^s\ 19$

Agregando este valor á la long. obtenida:

$4^h\ 43^m\ 12.^s\ 98$
$1.\ 19$

Long. de Caldera.. $4^h\ 43^m\ 14,^s\ 17.$

Así quedaba corregido un error prescindido que acerca mucho el resultado al de Wickmann que va á verse á continuación.

Conviene advertir antes que este astrónomo introdujo como elemento en sus cálculos é interpolaciones la antigua long. de Porter $4.^h\ 43^m\ 26^s$ en vez de la posteriormente mejorada, como queda dicho.

La diferencia podría consistir en la mayor exactitud de la apreciación de la hora y corrección de la declinación, pero probablemente más que en esto estará aquella en la razón del mayor rigor de los instrumentos y medios de que se dispone en un observatorio astronómico.

**RESULTADO de los cambios de señales telegraficas del 6 de Diciembre de 1883, según los cálculos del ayudante del Observatorio don D. Wickmann.**

FÓRMULA DE BRÜNNON TRAD. POR MOESTA P.ª 272

Longitud de Caldera..... L. $4^h\ 43^m\ 26^s$
Lat. de id..... $\phi$. 27,° 2', 30"

$T_1$ $4^h\ 16^m\ 25^s$ S. $\odot$.=22.° 32' 40" 4

| | | |
|---|---|---|
| | $2^h$ | 63° 31' 10" |
| | h | 31° 45' 25" |
| | Z. | 58° 14' 25" |
| | R—P | + 1' 25" |
| r $\odot$ | (corrg, rp.) | + 16' 16" |
| | Z. | 58° 32' 06" |
| | $\phi$. | 27° 02' 30" |
| | $\delta$. | 22° 32' 40" 4 |
| 2 | S. | 108° 07' 16" 4 |
| | S. | 54° 03' 38" 2 |
| | S—$\phi$ | 27° 01' 08" 2 |
| | S—$\delta$ | 31° 30' 57" 8 |
| | S—Z | 4° 28' 27" 8 |

Log. sen. (S—$\phi$) = 9.6573285 log. cos. S = 9.7685856
» » (S—$\delta$) 9.7182836 » » S—Z = 9.9986743
9.3756121 9.7672599
− 9.7672599

log. tanj.$^2 \frac{t}{2}$ 9.6083522

log. tanj. $\frac{t}{2}$ 9.8041761

$\frac{t}{2}$ = 32.° 29,' 57." 58

t = 64,° 59.' 55." 16

t = $4^h$ 19.$^m$ 59,$^s$ 68

Ex de tiempo — 8.$^m$ 41,$^s$ 39

(med.) t = 4. 11, 18, 29

— $T_1$ — 4, 16, 25, 00

△ t = — 05.$^m$06,$^s$ 71

$T_2$ 4.$^h$ 17.$^m$ 14$^s$ S. ⊙ = 22.° 32.' 40," 6

63° 09' 40"
31° 34' 50"
58° 25' 10"
+ 1' 25"
+ 16' 16"

58° 42' 51'
27° 02' 30"
22° 32' 40" 6
108° 18' 01" 6
54° 09' 00" 8
27° 06' 30" 8
31° 36' 20" 2
— 4° 33' 50" 2

Log. sen. (S—$\phi$) = 9.6586579 log. cos. (S) = 9.7676471
» » (S—$\delta$) = 9.7193887 » » (S—Z) = 9.9986208

9.3780446 9.7662679
—9.7662679

log. tanj.$^2$ $\frac{t}{2}$ 9.6117787

$$\log. \tan j. \frac{t}{2} \; 9.8058893$$

$$\frac{t}{2} = 32.^{o} \; 36.' \; 06,'' \; 59$$

$$t = 65.^{o} \; 12.' \; 13,'' \; 18$$

$$t = 4.^{h} \; 20.^{m} \; 48,^{s} \; 88$$

$$\text{Ex tip.} \quad - \quad 08.^{m} \; 41.^{s} \; 38$$

$$\text{tr. m.} = 4.^{h} \; 12.^{m} \; 07,^{s} \; 50$$

$$- \; 4, \; 17. \; 14, \; 00$$

$$\triangle \; t = - \quad 5.^{m} \; 06.^{s} \; 50$$

ESTADO DEL CRONÓMETRO

$$\triangle \; t = -5.^{m} \; 6.^{s} \; 60$$

# DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CALDERA

**ESTADO del Crónometro en Santiago $\Delta t = -36^s64$.**
**el andar del Cronómetro en Caldera $-5^s006$.**
**y el estado entonces al tiempo $10^h\ 0^m\ 18^s$**
**$\Delta t = 5^m\ 6^s\ 60.\ 60 - 1.19 = \Delta t = -5^m\ 7^s\ 79$.**

## I

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) Hora del Crontro en Caldera.... | $9^h\ 50^m29^s$ | $9^h\ 52^m49^s$ | $9^h\ 53^m19^s$ | $9^h\ 53^m59^s$ | $9^h\ 54^m39^s$ | $9^h\ 55^m19^s$ | $9^h\ 55^m59^s$ | $9^h\ 56^m39^s$ | $9^h\ 57^m19^s$ | $9^h\ 57^m59^s$ |
| (2) Estado del Cronómetro..... | $-\ 5^m\ 7^s79$ | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id, |
| (3) Hora corregida (Caldera)..... | $9^h\ 45^m21^s21$ | $47^m41^s21$ | $48^m11^s21$ | $48^m51^s21$ | $49^m31^s21$ | $50^m11^s21$ | $50^m51^s21$ | $51^m31^s21$ | $52^m11^s21$ | $52^m51^s21$ |
| (4) Hora del Crontro en Santiago.. | $9^h\ 46^m30^s$ | $9^h\ 48^m50^s$ | $9^h\ 49^m20^s$ | $9^h\ 50^m0$ | $9^h\ 50^m40^s$ | $9^h\ 51^m20^s$ | $9^h\ 52^m0^s$ | $9^h\ 52^m40^s$ | $9^h\ 53^m20^s$ | $9^h\ 54^m\ 0^s$ |
| (5) Estado del Cronómetro..... | $36^s64$ | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. |
| (6) Hora corregida (Santiago)..... | $9^h\ 45^m53^s36$ | » $48^m13^s86$ | » $48^m43^s36$ | » $49^m23^s36$ | » $50^m\ 3^s36$ | » $50^m43^s36$ | » $51^m23^s36$ | » $52^m\ 3^s36$ | » $52^m43^s36$ | » $53^m23^s36$ |
| (7) id. id. (Caldera)..... | las mismas de (3) | | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| L= ..... | $32^s15$ | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. | id. |

## II

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hora del Cronómetro en Santiago... | $9^h\ 57^m52^s71$ | $9^h\ 59^m\ 2^s21$ | $9^h\ 59^m32^s21$ | $10^h\ 0^m\ 2^s21$ | $10^h\ 0^m42^s21$ | $10^h\ 1^m12^s21$ | $10^h\ 1^m52^s21$ | $10^h\ 2^m22^s71$ | $10^h\ 3^m\ 2^s21$ | ..... |
| Id. id. Caldera... | 9. 58. 25, 66 | 9. 59. 34, 86 | 10. 0. 5, 26 | 10. 0. 34, 86 | 10. 1. 14, 76 | 10. 1. 44, 96 | 10. 2. 24, 76 | 10. 2. 54, 86 | 10. 3. 34, 86 | ..... |
| L= ..... | $32^s95$ | $32^s65$ | $33^s05$ | $32^s65$ | $32^s55$ | $32^s75$ | $32^s55$ | $32^s15$ | $32^s65$ | ..... |

Long, de Caldera O. de Santiago $32^s\ 38$
Long. de Caldera O. de Greenwich $4^h43^m14^s79$

Aquí conviene observar que la lonjitud 4 h. 42 m. 42 s. 4 dada para el Observatorio de la Quinta Normal de Agricultura, adolece del error consiguiente á los medios de observación de que su antiguo director, el distinguido astrónomo señor Moesta, podía disponer en aquel tiempo muy distante aún de la moderna época de los telégrafos submarinos que nos trasmiten ahora instantáneamente la hora matemática de todos los péndulos del mundo.

Al método de las distancias lunares se sustituyó el de la trasmisión eléctrica de la hora bajo la acción de la competencia científica del sabio director de la comisión del pasaje de Venus en Chile, Mr. de Bernardières en 1883.

Por la doble vía de Panamá y de Buenos Aires obtuvo el ilustrado astrónomo los siguientes interesantes resultados:

Diferencia entre el poste meridiano del Cerro de la Artillería en Valparaíso y el poste meridiano de la Escuela Naval de Buenos Aires: $53.^{m}$ $0.^{s}11$ al O. de París.

Diferencia de longitud entre Valparaíso (palo de la Bolsa) y Panamá (catedral): $0.^{h}$ $31.^{m}$ $35.^{s}$ 92 O.

*Diferencia entre París y Bolsa de Valparaíso:*

Por vía de Buenos Aires: $4.^{h}$ $55.^{m}$ $54.^{s}$ 11 O.
Por vía de Panamá.....: 4. 55. 53. 83 O.
Latitud de Valparaíso, palo de la Bolsa = 33° 2' 10"1.

Luego respecto de Greenwich:

Longitud de Valparaíso... $4.^{h}$ $46.^{m}$ $33.^{s}$ 15 O.

Calculada con estos elementos la longitud de nuestro Observatorio de la Quinta Normal, da Mr. de Bernardières:

Observatorio nacional de Chile.... $4.^{h}$ $42.^{m}$ $46.^{s}$ 3 O. de Gr.
ó sea.... 70° 41' 34" 5 " " "

Corregida entonces la longitud encontrada para Caldera del mismo

| LATITUD SUR | LONGITUD AL O. DE GREENWICH | LONGITUD REFERIDA Á COPIAPÓ | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| 3° 1' 14" 50 | 67° 49' 41" 77 | 2° 31' 40' 73 *E* | Lindero cerro del Toco. |
| 3° 31' 34" 74 | 67° 51' 52" 08 | 2° 29' 30" 42 *E* | Punta de los cerros de Tumiza. |
| 3° 19' 5" 74 | 67° 41' 49" 71 | 2° 39' 32" 79 *E* | Cumbre del volcán Colachi. |
| 3° 18' 21" 07 | 67° 48' 36" 40 | 2° 32' 46" 10 *E* | Punta N. cerro Pótor. |
| 3° 19' 39" 99 | 67° 45' 50" 95 | 2° 35' 31" 55 *E* | Lindero id. id. |
| 3° 22' 8" 64 | 67° 40' 16" 18 | 2° 41' 6" 32 *E* | Cumbre id. Hécar. |
| 3° 30' 16" 14 | 67° 47' 50" 04 | 2° 33' 32" 46 *E* | Pegote del cordón Túmbres. |
| 3° 10' 53" 17 | 67° 45' 52" 16 | 2° 35' 30" 34 *E* | Punta S. alta cerro Putas. |
| 2° 54' 7" 89 | 67° 55' 47" 12 | 2° 25' 35" 38 *E* | Punta Negra cerro Licancaur. |
| 2° 58' 0" 54 | 67° 38' 44" 22 | 2° 42' 38" 28 *E* | Lindero cerro Aguas Calientes. |
| 2° 38' 2" 80 | 67° 54' 11" 01 | 2° 27' 11" 49 *E* | Volcán solfataras cerro Putana. |
| 3° 26' 8" 67 | 67° 44' 5' 37 | 2° 37' 17" 13 *E* | Punta N. cerro Ags. Calientes del Sur |
| 3° 22' 7" 47 | 67° 40' 17" 57 | 2° 41' 4" 93 *E* | Id. N. id. al N. del id. |
| 2° 50' 17" 17 | 67° 36' 56" 60 | 2° 44' 25" 91 *E* | Lindero C. nacimiento rio Guaiyaques |
| 3° 16' 48" 34 | 67° 6' 58" 33 | 3° 14' 24" 17 *E* | Punta alta al Sur de Chajnantor. |
| 2° 49' 19" 14 | 67° 23' 1" 56 | 2° 58' 20" 94 *E* | Lindero cerro nacimiento rio id. |
| 2° 45' 56" 97 | 67° 3' 57" 98 | 3° 17' 24" 52 *E* | Nevado de Tinte. |
| 3° 2' 46" 99 | 67° 1' 10" 49 | 3° 20' 12" 01 *E* | Id. de San Pedro. |
| 3° 8' 0" 87 | 67° 5' 45" 65 | 3° 15' 36" 85 *E* | Id. de Poquis. |
| 2° 54' 12" 95 | 67° 55' 52" 33 | 2° 25' 30" 17 *E* | Medio del cráter cerro Licancaur. |
| 2° 54' 55" 31 | 67° 14' 1" 68 | 3° 7' 20" 82 *E* | Lindero cerro al O. de Sapaleri. |
| 2° 49' 36" 70 | 67° 10' 59" 69 | 3° 10' 31" 81 *E* | Id. cerro Sapaleri. |
| 2° 41' 11" 48 | 67° 6' 1" 15 | 3° 15' 21" 35 *E* | Nevado al N. del 283. |

| LATITUD SUR | LONGITUD AL O. DE GREENWICH | LONGITUD REFERIDA Á COPIAPÓ | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| 2° 35' 33" 14 | 67° 9' 24" 68 | 3° 11' 57" 82 *E* | Nevado al N· del 289. |
| 2° 34' 34" 31 | 67° 12' 30" 99 | 3° 8' 51" 51 *E* | Id. id. id. id. 290 termina cordón. |
| 2° 51' 31" 37 | 67° 1' 55" 09 | 3° 19' 27" 41 *E* | Lindero cerro al S. de Tinte. |
| 2° 52' 40" 67 | 67° 7' 2" 79 | 3° 14' 19" 71 *E* | Id. vega Sapaleri. |
| 2° 59' 23" 17 | 66° 53' 11" 56 | 3° 28' 10" 94 *E* | Id. cerro Lucho. |
| 3° 0' 39" 13 | 67° 2' 18" 72 | 3° 19' 3" 78 *E* | Id. id. San Pedro. |
| 2° 57' 45" 90 | 66° 41' 16" 33 | 3° 40' 6" 17 *E* | Punta N. cerro Coyaguaima. |
| 2° 58' 45" 82 | 66° 39' 54" 20 | 3° 41' 28" 30 *E* | Id. del medio id. id. |
| 2° 59' 33" 03 | 66° 38' 53" 93 | 3° 42' 28" 57 *E* | Id. S. id. id. |
| 2° 41' 6" 74 | 66° 40' 39" 11 | 3° 40' 43" 39 *E* | Id. cerro Caucana. |
| 2° 41' 22" 29 | 66° 35' 50" 17 | 3° 45' 32" 33 *E* | Id. id. Granada. |
| 2° 46' 51" 55 | 66° 38' 47" 10 | 3° 42' 35" 40 *E* | Lindero id. Bayo. |
| 2° 56' 27" 86 | 66° 41' 14" 10 | 3° 40' 8" 40 *E* | Id. bajo id. Coyaguaima. |
| 2° 57' 2" 41 | 66° 41' 10" 27 | 3° 40' 12" 23 *E* | Id. alto id. id. |
| 2° 50' 35" 86 | 66° 28' 50" 72 | 3° 52' 31" 78 *E* | Cerro del Galán. |
| 2° 54' 55" 37 | 66° 24' 51" 53 | 3° 56' 30" 97 *E* | Id. Cavalonga. |
| 2° 36' 45" 75 | 66° 49' 36" 15 | 3° 31' 46" 35 *E* | Id. del Queñual. |
| 3° 8' 18" 39 | 66° 21' 19" 54 | 4° 0' 2" 96 *E* | Id. Inca-Huasi, Morait ó Coranzol 1.ª pta. |
| 3° 9' 16" 42 | 66° 22' 14" 95 | 3° 59' 7" 55 *E* | Id. id. id. id. 2.ª punta. |
| 3° 9' 36" 11 | 66° 54' 45" 23 | 3° 26' 37" 26 *E* | Lindero cerro Lina. |
| 3° 25' 5" 94 | 66° 33' 3" 19 | 3° 48' 19" 31 *E* | Id. id. Lares ó Bávaro. |
| 3° 44' 46" 91 | 66° 39' 52" 97 | 3° 41' 29" 53 *E* | Id. id. Hornillos. |
| 3° 48' 46" 78 | 66° 24' 14" 18 | 3° 57' 8" 32 *E* | Id. id. Trancas. |

error que afectaba al meridiano adoptado para Santiago, aquella se reduce así á:

Longitud Caldera.... $4.^h\ 43.^m\ 18.^s\ 69 = 70^o\ 49'\ 40''\ 35$ O. de Gr.

Hagamos ahora referencia al resultado de las prolijas observaciones de Obrecht, dejando á un lado las longitudes que se refieren á la semáfora y la de Porter W. rectificada después; agreguemos á la longitud anterior 2" 65 que corresponde á la diferencia de local y dejemos sin modificación la de Pissis, cuyo punto de observación nada dista del de Obrecht.

| Longitud de Caldera O. de Gr. | | |
|---|---|---|
| Obrecht..... | 70° 50' 09" | dif. 11" |
| Pissis..... | 70° 49' 58" | dif. 15" |
| Porter San Román..... | 70° 49' 43" | |

Como se ve, la longitud del señor Pissis, bastante aproximada á la verdad, difería sólo en 11" con la determinada últimamente por la comisión del observatorio; pero como en el tiempo de nuestros trabajos se carecía de este medio de referencia, se hizo necesario repetir frecuentes operaciones, especialmente en el sentido de determinar la diferencia de tiempo entre Copiapó y Caldera.

Para el cálculo de las coordenadas geográficas de todos los vértices de la triangulación, se había tomado una longitud no comprobada y se hacía indispensable descubrir el error que ese elemento iba á introducir en los laboriosos cálculos del cánevas.

Había razón para desconfiar de las antiguas longitudes determinadas para la ciudad de Copiapó, y las únicas dos conocidas se apartaban bastante una de otra.

En efecto:

| | | |
|---|---|---|
| Pissis (plaza)..... | 70° 22' 20" | O. de Gr. |
| Gillis (id.)..... | 70° 28' 07" 5 | " " " |

Para rectificar estos elementos y descubrir la diferencia en longi-

DÚM. 30586 PARA LA HORA MEDIA DE LAS
10 DE ENERO DE 1885

e Jewit por comparaciones telegráficas en la

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ..... | 7.h | 18.m | 56.s.... | + 5.h 30.m 23.s 80 | |
| ..... = | 4. | 5. | 20. | 62. | |
| ... 3.h 227 ..... = | 3. | 13. | 35 | 33. | |
| 37 × 3. 227 ..... = | | + | 12. | 96. | |
| 24.h 3.h 23 ..... = | 3. | 13. | 48. | 34. | |
| ..... = | 96.° | 37 × | 3.h | 23. = | 12. 97 |
| abs.° ..... = | | | | | 5.h 3 m 10.s 83. |

## Término medio

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| de Gr. ..... | 4.h | 41.m | 19.s | 82. |
| » ..... | 4. | 41. | 22. | 97. |
| » ..... | 4. | 41. | 21. | 36. |
| » ..... | 4. | 41. | 20. | 26. |
| | | | 84. | 41. |
| | 4. | 41. | 21. | 105. |

ROBAC.s DE LA EXACTITUD DE LOS CÁLCULOS

Eq tpo. 7.m 56.s 34
+ 9. 60
8. 5. 94

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9.' 20." | Var. 1h = 1,0001 | | Var. 1.h |
| 58 20. | 9.592 | 7 | 22.96 |
| 39. 40. | 1.001 | 1 × 7 | 9.457 |
| 21. 00 | 9.592 | 7 | 16.072 |
| 68. 20. | 9.592000 | | 11450 |
| 47. 5. | 9.601592 | | 9184 |
| 1. 40. | 5 | | 20664 |
| 48. 45. | 7 × 2 | | 21713272 |
| 54. 22.5 | 5 | | |
| 1. 52.5 | Decl. S. | 21.° 53.' 16,' 8 | |
| | | − 3. 37, 1 | |
| 52. 70. | | 21.° 49' 39." 7 | |
| 16. 18. | D P. | 68. 10. 20, 3 | |
| 36. 12. | | | |
| 10. 20 3 | 0.032309 | | |
| 19. 53. | 0,051408 | | |
| 66. 25.3 | | | |
| 33. 12.7 | 9,691621 | | |
| 57. 0.7 | 9,758052 | | |
| | 19.533390 × | | |

tud entre los dos puntos requeridos, no se disponía sino de los cronómetros Dent de bolsillo, de tan poca merecida confianza; pero que el señor Porter se encargó de estudiar en su narcha diaria por medio de comparaciones con su excelente Jervit núm. 1150.

En la noche del 10 de enero de 1885, las recíprocas trasmisiones telegráficas entre Copiapó y Caldera daban para Dent núm. 30567 una marcha diaria de $96^s$ 37, atrasado; y procediendo á los cambios de hora, resultaron bastante felices para que en una serie de diez señales, sólo en uno faltó la rigorosa igualdad en las unidades de segundo.

Apuntemos á continuación los datos y el cálculo usado, advirtiendo que la mejor latitud de Copiapó que entonces se disponía, era la resultante de la latitud Porter para Caldera, aumentada en el valor de la ordenada de la triangulación reducida á arco.

Una serie de observaciones posteriores dió lo siguiente en Marzo 22 de 1885:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Long. | Copiapó..... | $4.^h41.^m19.^s75$ | O | de | Gr. |
| " | " ..... | " 21. 59 | " | | " |
| " | " ..... | " 17. 22 | " | | " |
| " | " ..... | " 20. 22 | " | | " |
| " | " ..... | " 20. 87 | " | | " |
| | | 99. 65 | | | |
| | | $4.^h41.^m193\ 93 = 70^o\ 19'\ 58''\ 95$ | | | |

Aproximándose el promedio de esta serie al del anteriormente obtenido por observaciones de Enero 16 del mismo año, con pequeña diferencia relativamente, sólo faltaba aún obtener una determinación directa de Copiapó con Santiago. Al efecto, en la noche del 19 de Julio del mismo corriente año 85, estaba todo dispuesto para las trasmisiones cronométricas, prestándose siempre obsequioso el señor Vergara como asimismo el señor Cabrera Gacitúa que en todas las anteriores ocasiones había prestado á los trabajos su inteligente contribución y los oportunos servicios de su especialidad como electricista.

Resultado:

Longitud Copiapó..... $4.^h41.^m19.^s99$ O de Gr.

Estos resultados, comparados entre sí y con el de la triangulación, conducen á conclusiones muy satisfactorias.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Observaciones de Enero 10 del 85. | $4.^h41.^m21.^s1$ | | |
| Id. de Marzo 22 del 85. | " | 19. 93 | dif. $1.^s17$ |
| Id. de Julio 19 del 85. | " | 19. 99 | dif. 0. 06 |

Tomando como la aproximación más exacta, $4.^h41.^m20.^s$, comparemos con la longitud encontrada para Caldera por los mismos medios $4.^h43.^m14.^s79$, sin introducir las explicadas correcciones.

Dif. de long. entre Copiapó y Caldera: $1.^m54.^s79$.

| | |
|---|---|
| Es decir: en arco de paralelo.. 28' 41" 85 = 47181 mts. | |
| Abcisa Copiapó–Caldera.. | $-x = 47271$ " |
| | 90 " |

Pero mucho mayor es aún la aproximación de nuestro trabajo geodésico con el definitivo y rigoroso trabajo de los astrónomos cuya longitud se refiere á los puntos mismos de la triangulación, desapareciendo por este hecho toda vaguedad ó duda respecto de las pequeñas diferencias de local, etc.

Según los datos trasmitidos por el señor Obrecht, la misma figura trazada al tratar de las latitudes, explica la manera cómo se ha relacionado el lugar del observatorio con el punto extremo $A$ de la base.

Este punto y el de la torre de la iglesia de Caldera son los determinados por los cálculos cuyos resultados van á continuación:

| | |
|---|---|
| Longitud de Caldera..... | $4.^h43.^m20.^s6$ O de Gr. |
| Longitud de Copiapó.... | 4. 41. 25. 5 |
| Diferencia en arco..... | $L - L' = 1725.''3$ |
| Latitud Caldera..... | 27° 04' 05" 9 |
| Latitud Copiapó..... | 27° 21' 33" 5 |

Diferencia en arco..... $\gamma - \gamma' = 1047.''6$

$\cos. \gamma (L - L') = 1534.''3$

Radio de curvatura de la tierra entre Copiapó y Caldera:

$$R = a \left( 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3}{4} e^2 \cos 2 \gamma \right)$$

$a = 6.378,393$ metros

$e^2 = 0.0068395$

Se calcula:

$R = 6.348,453$ metros

El arco de círculo que une á Copiapó y Caldera es:

$1857.''2$

Y se encuentra para $D$:

$$D = 1857.''2 \times R \text{ sen } 1'' = 57161.^{m}2$$

Esta distancia se descompone en dos:

$y = 32,243.2$ diferencia en latitud

$x = 47,223.5$ diferencia en longitud.

Ahora bien: es sabido que la triangulación de por abcisa Copiapó–Caldera, $x = 47271$ metros.

Diferencia = 48 metros.

Por lo expuesto, se comprende cuanto se ha hecho por comprobar y establecer el grado de exactitud y confianza que debía corresponder á este mero ensayo de mapa geográfico que no debió ser, según el plan primitivo y según los medios y recursos destinados al efecto, sino un simple croquis del Desierto de Atacama, sin incluir las altiplanicies andinas ni los distritos mineros de Carrizal y Cerro Blanco agregados posteriormente al objeto de las exploraciones.

Para reasumir y fijar mejor los datos comparativos para los puntos

de Copiapó y Caldera que resultan del doble procedimiento de la observación astronómica y de la triangulación geodésica, los consignamos en el siguiente cuadro:

| LOCALIDADES | LATITUD SUR | | DIFERENCIA | LONGITUD O DE GR. | | DIFERENCIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Observatorio Astronómico | Comisión Exploradora (por triangulación). | | Observatorio Astronómico | Comisión Exploradora (por triangulación). | |
| Copiapó: extremo oriental *A* de la base..... | 27°21'33"5 | » » » | | 70°21'22"50 | » » » | |
| Caldera: cruz del campanario de la iglesia matriz.... | 27°04'05"9 | 27°04'17"77 | 11"87 | 70°50"09'00 | 70°49'58"04 | 10"96 |

## 8—OTRAS POSICIONES GEOGRÁFICAS

Muchos puntos del desierto central, de las cordilleras y de la costa marítima han sido así astronómicamente determinados, pero en todos los casos ha quedado establecido como la mejor solución y más exacta determinación la que resulta del cálculo geodésico.

Para ilustrarlo con ejemplos, se puede preferir algunos puntos de aquellos que por su importancia han sido objeto de varias observaciones.

Sea el puerto de Antofagasta, que ha sido visitado por marinos y geógrafos y está ligado á la base de Copiapó y calculado con ella á lo largo de una extensa cadena de triángulos.

| AUTORES | LATITUDES | LONGITUDES | |
|---|---|---|---|
| Cartas marinas.. | 23°39'00 | 70°26'00" | Bahía (fondeadero) |
| Vidal Gormaz... | » » | 70°22'19" | Patio de la Aduana |
| Bertrand..... | 23°37'53"7 | 70°22'04" | Comp.ª de Salitres |
| Comisión de la «Pilcomayo».. | 23°38'53"9 | 70°24'01'62 | Aduana |
| Obrecht..... | 23°38'39"3 | 70°23'42"9 | Estac.ⁿ del Ferrocarril |
| Comisión Exploradora(por triangulación)..... | 23°39'58"35 | 70°26'36"78 | Faro. |

Entre las latitudes, las que más se aproximan en cifras son también, lógicamente, las que corresponden á lugares menos separados. Asi resulta como más austral de todas la de la Comisión Exploradora en el Faro, siguiéndole un 1'4" más al Norte la de la Comisión de la «Pilcomayo» que corresponde á la Aduana situada en efecto más al norte aunque no á tanta distancia lineal como el valor de 1'.

El resultado de los marinos ha sido obtenido directamente con todos los recursos y medios de que se dispone á bordo; el de los exploradores del Desierto lo ha sido mediante la larga cadena de triángulos que liga, cubriéndolo con su red, todo el territorio que media entre Copiapó y Antofagasta, como queda dicho.

Las latitudes de la «Pilcomayo» y de Obrecht, tienen menos razón de separarse un ¼ de minuto, estando los lugares de observacion distantes entre sí por más del ancho de una calle.

La de Bertrand, la más baja, coincide bien con el lugar que le corresponde en el establecimiento de la Compañía de Salitres.

Por último, la de las cartas marinas que se refieren á un punto del fondeadero á una altura un poco menor que la del faro, coincidiría casi exactamente con la de la Comisión Exploradora.

En cuanto á las longitudes del mismo puerto de Antofagasta, razón tiene también de ser más occidental que todas las otras la de la Comisión Exploradora, por que el faro, sobre las rocas, mar afuera dista bastante trecho más al Oeste de los demás puntos de observación.

Por esta misma circunstancia concuerda muy bien nuestra longitud para ese punto, con la de las costas marinas que la dan en el fondeadero.

Mucho más discrepan entre sí relativamente, Obrecht con Bertran y Vidal Gormaz, y muchísimo más todavía Obrecht con la Comisión de la «Pilcomayo.»

Lo que llama pues, la atención en estas comparaciones de las coordenadas de Antofagasta, es la notable coincidencia que dan las coordenadas de la triangulación respecto de las de las cartas marinas.

En Caracoles, nuestras diferencias en latitud como en longitud, con el señor Bertrand, casi no exceden del límite de error dentro del cual este ingeniero se supone fluctuar.

Un poco mayores, pero siempre aceptables son las diferencias en San Pedro de Atacama, donde con sobrada razón los errores aumentan con las dificultades de observación.

También hay aproximaciones muy notables y que se repiten con frecuencia en los puntos observados en el interesante itinerario del señor Bertrand en 1884.—Por ejemplo:

SAN PEDRO DE ATACAMA

| | Latitud | Longitud |
|---|---|---|
| Bertrand (teodolito)..... | 22°54'52" | 68°11'25" |
| San Román (círculo)..... | 22°55'02" | 68°12'38" |
| Comp.ª Explor.ra (triangulación) | 22°58'07"24 | 68°14'00"48 |

TILOMONTE (ALTIPLANICIE)

| | Latitud | |
|---|---|---|
| Bertrand..... | 23°47'48" | (Canis nyoris) |
| San Román..... | 23°47'50" | (Sol) |

Pero hay todavía coincidencias interesantes que se desprenden de estas comparaciones, tal como la que acusa en las longitudes de Bertrand un error constante y siempre en el mismo sentido, pero corregiéndolas previamente del error que las afecta en razón de la diferencia que resulta entre la antigua y la nueva longitud del Observatorio Astronómico, error que no afecta á las nuestras.

Así uniformadas, resultan las confrontaciones como sigue:

| LOCALIDADES | Bertrand | | Comisión exploradora | |
|---|---|---|---|---|
| | Latitud S. | Longitud O de Gr | Latitud S. | Longitud O de Gr. |
| Plclla. de Caracoles, iglesia | 23°02'48"4 | 69°00'55" | 23°04'34"12 | 69°03'15"44 |
| Pampa Alta..... | ..... | 69°26'16"62 | 23°03'26"98 | 69°28'59"85 |
| San Pedro de Atacama... | 22°54'52"00 | 68°12'19"00 | 22°58'07"34 | 68°14'53"28 |
| Toconao..... | 23°11'33"00 | 68°00'54"00 | 23°15'07"91 | 68°03'25"59 |
| Antofagasta de la Sierra, (casa del juez) | 26°05'11"00 | 67°21'49"00 | 26°07'39"44 | 67°28'14"29 |

Tomemos ahora el punto mas austral de la costa marítima, el puerto de Carrizal Bajo, calculado también con la red trigonométrica de Copiapó al sur.

| | Cartas marinas | | Comisión exploradora | |
|---|---|---|---|---|
| | Latitud | Longitud | Latitud | Longitud |
| Carrizal Bajo.. | 28°5'15".. | 71°11'20".. | 28°04'47"76.. | 71°09'10"45 |

Las coordenadas de las cartas corresponden al fondeadero, y las de la Comisión al semáfora del extremo del muelle.

Puntos importantes, sea de la costa ó del interior, que no han podido ser fijados directamente, han sido relacionados á los puntos geodésicos por diversos medios é instrumentos; por ejemplo:—Puerto de *Chañaral de las Animas:* desde el vértice de triángulo situado en la cumbre de Paso Malo que está en latitud 26°23'17"87 y longitud 70°38'15"74, se midió directamente la distancia de este punto á la Estación del Ferrocarril, y con este elemento, 4 kilómetros, y el arrumbamiento 28° 30' se determinaron las coordenadas 0°2'20" N. y 0° 0' 40" O. respecto del punto de Paso Malo, resultando así para el puerto de Chañaral:

Latitud S..... 26° 20' 57" 87
Longitud O. de Gr.... 70° 38' 55" 74

Siendo para el mismo puerto las coordenadas que dan las cartas marinas

Latitud S..... 26° 21' 05"
Longitud O. de Gr..... 70° 40' 25"

Las diferencias resultan aún en este caso muy aceptables, llegando en la latitud á sólo 7" y en la longitud á 1' 29".

Tomando puntos de tierra adentro, como Pueblo Hundido, ha sucedido que su construcción por medio de las coordenadas geográficas, ha correspondido dentro del error inapreciable en la escala de $\frac{1}{250000}$ al construirlo gráficamente con los recientes datos de la delineación de un trazado de ferrocarril llevado á ese punto desde la

estación del Salado, término del ferrocarril de Chañaral, habiendo sido á su vez el Salado enlazado por medio de una base al vértice más cercano del cánevas general en el cerro del mismo nombre con muy satisfactoria aproximación.

No ha sucedido igual cosa con otros extremos y puntos intermedios de ferrocarriles, cuando se ha querido hacer el enlace construyendo la figura semejante del trazado, deduciéndola de los planos de esas líneas.

Debido á una defectuosa orientación de éstos y á errores en la reproducción de las curvas en el papel, ha sido imposible hacer la conexión, como en la estación del ferrocarril de Juan Godoy que ha sido necesario relacionar directamente con el vértice inmediato en el Morro de Chañarcillo, y modificar en conformidad el trazado de la figura para adaptarlo á las verdaderas formas.

Hacemos la más encarecida recomendación á los ingenieros de caminos respecto de la conveniencia de orientar sus trazados con todo el rigor posible al verdadero meridiano ó de rectificar cuidadosamente sus brújulas magnéticas, determinando su variación en cuantas ocasiones lo requieran la extensión y dirección de sus líneas.

---

## 9—CÁLCULO DE LAS COORDENADAS GEOGRÁFICAS

La posición geográfica de todos los vértices de triángulos se hà hecho en función de las coordenadas rectangulares topográficas referidas al meridiano y perpendicular que se cruzan en el origen $A$ extremo oriental de la base de Copiapó según el procedimiento ordinario que queda ya explicado.

Las fórmulas de A. Germain adoptadas como las más cómodamente aplicables al caso son:

$$\frac{1}{\rho \text{ sen. } 1''} \text{ y } \frac{1}{\rho' \text{ sen. } 1''}$$

donde $\rho$ y $\rho'$ son respectivamente el radio de curvatura del meridiano en un punto de cierta latitud aproximada y $\rho'$ la normal en el

mismo. Los logaritmos de estos valores los dan las tablas anexas al libro de dicho autor

Los valores de $\rho$ y $\rho'$

$$\rho = \frac{a\,(1-e^2)}{(1-e\,\text{sen.}^2 L)^{\frac{3}{2}}} \qquad \rho' = \frac{a}{(1-e.\,\text{sen.}^2 L)^{\frac{1}{2}}}$$

siendo $a$=6.378284. metros, radio ecuatorial
$e^2$=0.006.67437 metros, excentricidad

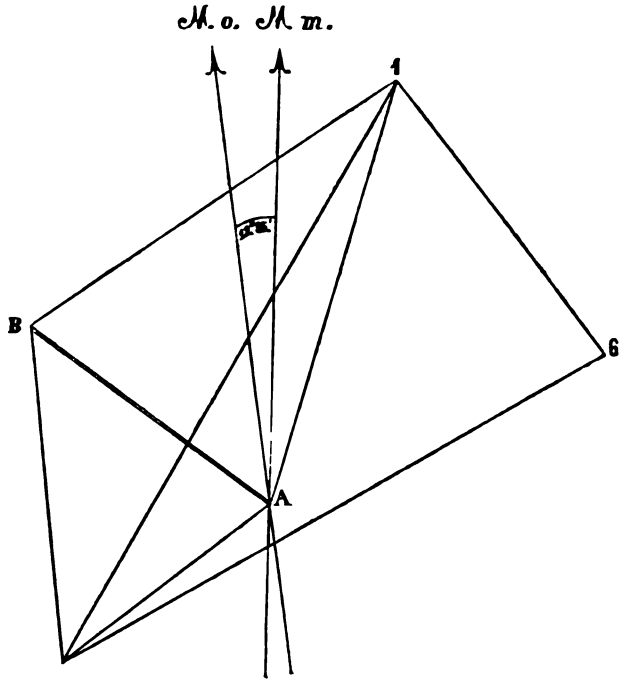
Introduciendo las coordenadas $x$ é $y$ de cada punto en las formu las para las latitudes y longitudes $L$ y $M$, se han adoptado las siguientes

$$L' - L = \frac{y}{\rho\,\text{sen. }1''} - \frac{\text{sen. }1''}{2}\left(\frac{x}{\rho'\,\text{sen. }1''}\right)^2 \text{tang. } L$$

$$M' - M = \frac{x}{\rho'\,\text{sen. }1''} \cdot \frac{1}{\cos.\, L'}$$

Al introducir los elementos de $L$ y $M$ del origen, no se disponía, al tiempo de emprender estos cálculos de tranformación, de los datos más exactos adquiridos posteriormente, pero no siendo necesario introducir los reformados, han quedado las coordenadas definitivas sin esa insignificante modificación.

Hé aquí el tipo del cálculo aplicado á las coordenadas ya deducidas de los primeros triángulos que arrancan de la base *A B*.




| | |
|---|---|
| Base *A B*..... | 2.000 metros |
| Dirección astronómica..... | 311°45'22"5 |
| Declinación magnética..... | 12°46'2" |
| Dirección magnética..... | 298°59'20" |

*A*=punto origen, extremo oriental de la base en la Estación del ferrocarril de Copiapó.

1=vértice en cumbre Chanchoquín.
4=id. frente á máquina de Gallos.
6=id. en el mineral de Chanchoquín.

CÁLCULO PARA DETERMINAR COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Punto *A* de partida: Latitud $L$=27°22' Sur, Longitud $M$=70°35

*Punto 1*.... $\begin{cases} x = 718.63. \text{ E.} \\ y = 3996.18. \text{ N.} \end{cases}$

Fórmula: $L' - L = \frac{Y}{\rho \text{ sen } 1''} - \frac{\text{sen } 1''}{2}\left(\frac{x}{\rho' \text{sen } 1''}\right)^2 \text{tang. } L$ *para la latitud.*

LATITUD

log. $y$=3.601.6363

log. $\frac{1}{\rho \text{ sen } 1''}$ = +8.511.7348

log. $\frac{y}{\rho \text{ sen } 1}$ =2.1133711

N.º 129"89=2' 9"89

$L$= 27º 22'
— 2' 9" 89
$L'$= 27º 19' 50" 11

LONGITUD

Fórmula: $M' - M = \frac{x}{\rho \text{ sen } 1''} \cdot \frac{1}{\cos L'}$

log. $x$=2.856.5053

log. $\frac{1}{\rho \text{ sen } 1''}$=8.509.4070

log. $\frac{x}{\rho \text{ sen } 1''}$=1.365.9123

Ct. log. cos. $L'$=0.0514049

log. $(M' - M)$=1.4173172

N.º 26" 14

Coordonadas para el *punto 1* $L$=latitud.

Latitud =27º19'50"11 $L'$= » por determinar.

Longitud=70º34'33"86 $M$=longitud conocida.

$M'$= » por determinar.

$M$=70º35'00"
— 26"14
$M'$=70º34'33"86

*Punto 4*.... —$x$=1,379.43
—$y$= 864.57

LATITUD

log. $y$ =2.936.8002

log. $\frac{1}{\rho \text{ sen } 1''}$=8.511.7348

log. $\frac{y}{\rho \text{ sen } 1''}$=1.448.5350

N.º 28"08

$L$ = 27º 22'

$L'$ = 27º 22' 28" 08

LONGITUD

log. $x$ =3.139.6902

log. $\frac{1}{\rho' \text{ sen } 1''}$=8.509.4070

log. $\frac{x}{\rho' \text{ sen } 1''}$=1.649.0972

Ct. log. cos. $L'$ = 0.051,9725

log. $(M' - M)$ = 1.701.0697

N.º 50"24

$M$ = 70º35'

$M'$ = 70.35'50"24

Coordenadas *para 4*

Latitud.... = 27º22'28"08

Longitud... = 70º35'50"24

*Punto 6*..... $\begin{cases} +x = 2.404.08 \\ +y = 1.720.13 \end{cases}$

| LATITUD | LONGITUD |
|---|---|
| $\log.\ y = 3.235.5537$ | $\log.\ x = 3.380.9345$ |
| $\log.\ \frac{1}{\rho \text{ sen } 1''} = 8.511.7348$ | $\log.\ \frac{1}{\rho' \text{ sen } 1''} = 8.509.4070$ |
| $\log.\ \frac{y}{\rho \text{ sen } 1''} = 1.747.2885$ | $\log.\ \frac{x}{\rho' \text{ sen } 1''} = 1.890.3415$ |
| N.º 55"88 | Ct. log. cos. L' = 0.051.4811 |
| | log. $(M'-M)$ = 1.941.8226 |
| | N.º 87"46 = 1' 27"46 |
| | $M$ = 70º 35' 00" |
| | 1' 27"46 |
| | $M'$ = 70º 33' 32"54 |

Coordenadas para *punto 6*
Latitud = 27º 21' 4" 12.
Longitud = 70º33'32"54

Á continuación va el registro de todos los puntos ligados por la red de triángulos cuyo número excede de quinientos.

En la primera columna el número de órden de los vértices ó puntos diversos del cánevas y en la última los nombres propios de los mismos, introduciéndose la palabra lindero en cada uno de ellos donde se ha construído señal geodésica.

En la segunda se anotan las designaciones geométricas de los lados de los triángulos.

En la tercera el valor de estos lados en metros.

En la cuarta las direcciones astronómicas de los lados para la determinación de las distancias á la perpendicular y el meridiano.

En la quinta, dividida en 3 columnas, van los tres vértices de cada triángulo.

En la sesta están calculadas las coordenadas parciales de cada punto.

En la sétima se anotan las abcisas y ordenadas referidas al punto origen en el extremo oriental *A* de la base fundamental.

En la octava y novena figura el cálculo de las latitudes y longitudes geográficas, S. del Ecuador y O. de Greenwich.

En la décima se expresan las longitudes con relación al meridiano astronómico que pasa por el punto *A*, extremo de la base, por cuanto esos datos son de interés para los exploradores y mineros que viajan en el Desierto.

---

## 10.—DETALLES TOPOGRÁFICOS

Entre los numerosos instrumentos portátiles ó de bolsillo, se ha hecho uso muy limitado y excepcionalmente del anteojo Rochon, del telémetro de reflexión *Gaumier*, de la brújula prismática, del pedómetro y de otros igualmente estimables y cómodos en ciertas ocasiones, cuando no era plata el tiempo en la premura de los viajes ó cuando los detalles topográficos se imponían por el interés especial de una localidad ó la importancia industrial de un asiento de minas.

Cómodo es tener la distancia directa que con una simple lectura señala la estadía, como interesante es el uso de esas alhajas científicas que recrean ahorrándonos fatiga; pero siempre se encuentra que el teodolito, sea para las grandes operaciones ó para las pequeñas, siempre que se adapte por su disposición, su peso y su tamaño á los objetos que se persiguen y á las circunstancias en que se opera, es el instrumento universal, expedito y exacto en todas las ocasiones tratándose de trabajos geográficos.

Con la agregación casi indispensable de la aguja magnética, el teodolito ha sido siempre para el levantamiento, para las mensuras subterráneas ó para las observaciones celestes, el instrumento usado con preferencia en las exploraciones del Desierto y Cordilleras.

Ya queda dicho que Schwalb H.nos han proporcionado los excelentes tránsitos de 20", y es asimismo satisfactorio señalar á D. Germán Eich, de Santiago, á quien se deben también servicios de la mayor estimación por algunos instrumentos suministrados.

El círculo de reflexión y el horizonte artificial de mercurio, han tenido, naturalmente, su aplicación acostumbrada.

La delineación de los caminos carreteros en el Desierto, debía tener en este trabajo una importancia muy especial.

N.° 20

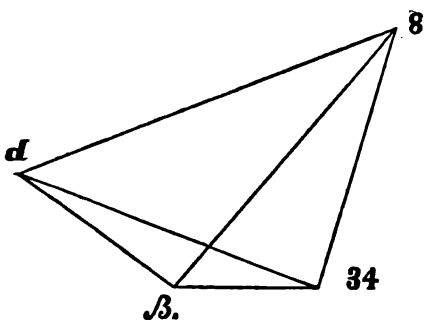
| ATITUD SUR | LONGITUD AL O. DE GREENWICH | LONGITUD REFERIDA Á COPIAPÓ | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|
| ° 5' 26" 16 | 67° 35' 34" 41 | 2° 45' 48" 09 *E* | P. E. al SE. de Puntas N. c.° Inca-huasi |
| ° 34' 0" 19 | 66° 43' 25" 20 | 3° 37' 57" 30 *E* | Lindero en morr. N. de igl. P. Grandes. |
| ° 24' 35" 57 | 66° 30' 46" 90 | 3° 50' 35" 60 *E* | Punta S. del cordón de Gallo Muerto. |
| ° 57' 1" 16 | 66° 41' 51" 70 | 3° 49' 30" 80 *E* | Farellón cerrit. cón. en línea anticlinal. |

roide, etc. y la conveniente comodidad para conducir los instrumentos, especialmente el barómetro de mercurio, que sólo así puede precaverse contra las frecuentes ocasiones de inutilizarse.

La medición de las distancias por este medio, cuando se viaja por caminos tolerables, es aproximada en cuanto puede desearse, y así es como han sido trazados algunos de los caminos del desierto, sin haberse conseguido, por desgracia, siempre que se hubiera deseado, de ese excelente recurso.

Como ejemplo de comprobación del trabajo general y de la manera cómo los planos y levantamientos locales ó de detalle han sido enlazados con los puntos geodésicos, insertamos á continuación el caso de la formación del plano topográfico de Caracoles, importantísimo distrito minero confiado al ingeniero D. Alejandro Torres, quien lo relacionó con los vértices Deseada é Iglesia de Caracoles.

COMPROBACIÓN DE UNA BASE MEDIDA EN CARACOLES.




8 = *Lindero del cerro de la Deseada.*

34 = *Iglesia de Caracoles.*

Base medida ( $\alpha\ \beta$ ) = 666.56 metros.

*Triángulo* $\alpha\ \beta\ 8$

$\alpha = 74^\circ\ 35'$
$\beta = 87^\circ\ 27'$
$8 = 17^\circ\ 58'$

$$\alpha\ 8 = \frac{\alpha\ \beta \text{ sen } 87^\circ\ 27'}{\text{sen } 17^\circ\ 58'}$$

| | |
|---|---|
| | 2.823.8392 |
| | + 9.999.5697 |
| | 12.823.4089 |
| | − 9.489.2040 |
| log. ($\alpha$ 8) = | 3.334.2049 |

*Triángulo α-β-34*

$$\begin{array}{rr} \alpha = 13^\circ\ 55' & 2.823.8392 \\ \beta = 148^\circ\ 2' & +\ 9.723.8051 \\ \hline 34 = 18^\circ\ 3' & 12.547.6443 \\ & -\ 9.491.1471 \\ \hline \log.\ (\alpha\ 34) = & 3.056.4972 \end{array} \qquad \alpha\ 34 = \frac{\alpha\ \beta \text{ sen } 148^\circ\ 2'}{\text{sen } 18^\circ\ 3'}$$

Después se resolvió el triángulo ($\alpha$ 8 34) en el que se conoce los lados ($\alpha$ 8) y ($\alpha$ 34) y el ángulo comprendido $\alpha = 60^\circ\ 40'$.

Por la fórmula tanj. ½ (34 8) $= \frac{1.019.83}{3.297.69}$ cot. 30° 20' se determinaron los otros dos ángulos, y en seguida por la fórmula de los senos se determinó el lado (8 34), de la manera siguiente:

*1.ª fórmula*

$$\begin{array}{rr} \alpha = 60^\circ\ 40'\ 00'' & 3.008.5277 \\ 8 = 31^\circ\ 48'\ 34'' & +0.232.7450 \\ \hline 34 = 87^\circ\ 31'\ 26'' & 3.241.2727 \\ & -3.518.2099 \\ \hline \end{array} \qquad \text{tanj } \tfrac{1}{2}\ (34\ 8) = \frac{1.019.83}{3.297.69} \text{ cot. } 30^\circ\ 20'$$

log tanj ½ (34 8) = 9.723.0628, cuyo ángulo = 27° 51' 26"

*2.ª fórmula*

$$\begin{array}{rr} & 3.334.2049 \\ & +\ 9.940.4091 \\ \hline & 13.274.6140 \\ & -\ 9.999.5943 \\ \hline \log.\ (8\ 34) = & 3.275.0197 \\ \text{lado } (8\ 34) = & 1883.73 \text{ metros} \end{array} \qquad 8\ 34 = \frac{\alpha\text{-}8 \text{ sen } 60^\circ\ 40'}{\text{sen } 87^\circ\ 31'\ 26''}$$

Este mismo lado (8 34) fué determinado por la triangulación general, de la manera siguiente:

*Triángulo 373 374 470*

373 = 7° 25' 00" lindero cerro Centinela
374 = 92° 33' 20" « « Deseada
470 = 80° 1' 40" iglesia de Caracoles

4.151.7742
+ 9.110.8726
13.262.6468
− 9.993.3885

$$374\ 470 = \frac{373\ 374 \text{ sen } 7^\circ\ 25''}{\text{sen } 80^\circ\ 1'\ 40''}$$

log. (374 470) = 3.269.2583
lado (374 470) = (8 34) = 1858.91 metros

Tenemos pues para el lado Iglesia Deseada un valor de 1883.73 metros con la Base directa de Caracoles; mientras que para ese mismo lado con la triangulación general es de 1858.91 metros cuya diferencia asciende á 24.82 metros, lo que da para la base medida directamente de 666.56 metros, un error de 8.56 metros.

Ahora, tomemos otro ejemplo en plena cordillera.

COMPROBACIÓN DE UNA BASE MEDIDA EN SAN PEDRO DE ATACAMA

Para el lado (258 257) = lindero barranca río San Pedro y lindero barranca río Vilama, se obtuvo por la triangulación general un valor de 6977.65 metros.

Este mismo lado se calculó con la base *A B* medida directamente de 2007 metros, de la manera siguiente.

*Triángulo A B 258*

*A* = 92° 35' 40"
*B* = 64° 21' 20"
258 = 23° 3' 00"

3.302.5474
+ 9.954.9643
13.257.5117
− 9.592.7698

$$A\ 258 = \frac{A\ B \text{ sen } 64^\circ\ 21'\ 20'}{\text{sen } 23^\circ\ 3'}$$

log. (*A* 258) = 3.664.7419

*Triángulo A 258 257*

$$A = 83^\circ\ 20'\ 00'' \qquad 3.664.7419$$
$$258 = 55^\circ\ 0'\ 30'' \qquad + \ 9.997.0535$$
$$257 = 41^\circ\ 39'\ 30'' \qquad 13.661.7954$$
$$-9.822.6173$$
$$\log.\ (258\ 257) = 3.839.1781$$

$$258\ 257 = \frac{A\ 258\ \text{sen}\ 83^\circ\ 20'}{\text{sen}\ 41^\circ\ 39'\ 30''}$$

lado (258 357)=6905.23 metros.

Tenemos para el lado (258 257) por la triangulación general, un valor de 6977.65 metros y por la Base de comprobación 6905.23 metros, cuya diferencia asciende á 72.24 metros, dando para la base medida un error de 21 metros y para una distancia de 666.56 metros (base medida de Caracoles) un error de 6.97 metros.

De estos resultados deduce el ingeniero Torres la siguiente conclusión:

«Aquí es necesario hacer notar que en Caracoles el error de la triangulación general es por defecto, es decir, los lados son menores que los que da la base medida; mientras que en San Pedro de Atacama el error es por exceso. Esto indica que los errores se han producido ya por defecto ó ya por exceso y siempre en proporciones tan pequeñas que han establecido verdaderas compensasiones para los datos obtenidos.—Ahora, si se considera, que el trabajo general es un gran levantamiento topográfico, cualquier escala que se elija para su construcción será buena y los errores serán inapreciales, deduciéndose de esto que la Carta que se obtenga será verdaderamente exacta».

---

## II—ALTURAS

Las dificultades inherentes á la determinación de esta magnitud se han hecho sentir durante el curso de todos los trabajos en el desierto y cordilleras.

La determinación de los ángulos de inclinación de los lados con el teodolito, requiere tiempo, tranquilidad y prolijidades de observación que en raras ocasiones era dable conseguir en las altas cumbres

azotadas casi constantemente por el huracán, impedidas por el frío penetrante y con las molestias y dificultades consiguientes en observaciónes á toda intemperie y en el angustiado tiempo disponible.

Lo poco que ha sido posible conseguir á este respecto, ha necesitado la comprobación de otros medios de cálculo de las alturas con los instrumentos acostumbrados y mejor adaptables al caso.

No se disponía de las comodidades y medios de precaución en tan largos y penosos viajes para poder usar los barómetros de mercurio, y los de sistema metálico que tan irregular y traidoramente acusan sus indicaciones en las alturas considerables, no podían ser usados con el método de observaciones simultáneas, sino mediante sus indicaciones absolutas jamás dignas de mucha confianza.

Uno solo de estos instrumentos, de doce centímetros de diámetro, construcción de Negretti y Zambra, comprado al señor Eich, de Santiago, probó excelentes condiciones hasta la altura de 3 á 4,000 metros, pero en el resto de su graduación hasta 5,000, no daba las seguridades necesarias. En este sistema de barómetros, este fué el único que prestó constantes servicios hasta el fin de los trabajos.

Las indicaciones termométricas, por otro lado, imposibles de hacerse en condiciones apetecibles al aire libre, acusan siempre incoherencias notables en absoluto, y aún cuando se hagan simultáneas, no corresponden las temperaturas con las anotadas al abrigo de influencias perturbadoras en las estaciones de comprobación.

Se ha preferido confiar en las indicaciones del hipsómetro de construcción inglesa, precioso y utilísimo instrumento, con los termómetros de grandes divisiones en décimos de grado Fahreheit de los que Schwall H.nos nos han suministrado magníficos modelos.

En resumen, los ángulos de inclinación de Thronhgton de 20", en algunos casos el barómetro de mercurio de Gay Lussac, con mucha más frecuencia el hipsómetro y de ordinario el aneroide de 0.12 centímetros de Negretti y Zambra como asimismo los inconsecuentes aneroides de bolsillo, son los instrumentos que han servido para el cálculo de las alturas sobre el nivel del mar.

Necesariamente, se han aprovechado también las alturas de nivelación de los ferrocarriles del Huasco, Taltal, Antofagasta, Carrizal, Copiapó, Chañaral y Tocopilla.

Á veces con diferencias inaceptables ó disparatadas, en no pocas ocasiones con regular aproximación y en otras con satisfactoria exactitud, el cuadro de las cuotas del nivel puede estimarse, con benevolencia, en grado de probable aproximación, sin negar que hay muchos casos de verdadera exactitud.

El vehículo pernambulador ofrecía un medio excelente de transportar el Gay-Lussac colocándolo verticalmente y bien asegurado por sus extremidades, pero en muy reducida proporción han sido aprovechados sus magníficos servicios y nunca con comparaciones simultáneas.

De comparaciones hechas entre el barómetro Gay-Lussac y el hipsómetro, sobre cuotas de 500 en 500 metros y entre los extremos de 0 á 5,000 de altura sobre el mar, se deduce lo siguente en cuanto al grado de apreciación de ambos instrumentos:

| ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR | | | | APRECIACIÓN DEL BARÓMETRO | APRECIACIÓN DEL HIPSÓMETRO |
|---|---|---|---|---|---|
| De | 5400 ms | a | 5000 ms | 20. 10. ms | 17. 60. ms |
| » | 5000 » | » | 4500 » | 19. 00. » | 17. 45. » |
| » | 4500 » | » | 4000 » | 17. 85. » | 17. 25. » |
| » | 4000 » | » | 3500 » | 16. 75. » | 17. 10. » |
| » | 3500 » | » | 3000 » | 15. 75. » | 16. 95. » |
| » | 3000 » | » | 2500 » | 14. 80. » | 16. 80. » |
| » | 2500 » | » | 2000 » | 13. 90. » | 16. 55. » |
| » | 2000 » | » | 1500 » | 13. 05. » | 16. 40. » |
| » | 1500 » | » | 1000 » | 12. 20. » | 16. 35. » |
| » | 1000 » | » | 500 » | 11. 50. » | 16. 15. » |
| » | 500 » | » | 0 » | 10. 85. » | 15. 90. » |

Demuestra este cuadro que hasta los 4,000 la división más pequeña del barómetro de mercurio aprecia más que la del hipsómetro, pero desde esa misma altura para arriba, la más pequeña división del hipsómetro aprecia más que la del barómetro.

Por otra parte, las variaciones del hipsómetro en las grandes al-

turas son casi insensibles hasta permanecer como fijo, á cuya ventaja se agrega la de ser tan cómodo y portátil su uso dando á la vez una notable aproximación á la exactitud.

Así se deduce también de sus comparaciones con las alturas según el procedimiento trigonométrico.

Dadas las poco favorables condiciones de observación de las alturas, no se ha estimado necesario corregir las de este último origen, de los errores de disminución que producen la esfericidad y la refracción, y cuando más sólo se ha hecho apreciar prudentemente esta causa de inexactitud en los casos importantes.

Las anotaciones de Gay-Lussac, no disponiéndose de comparaciones simultáneas, tampoco merecían el rigor de las fórmulas de gran aproximación.

En cambio, las temperaturas de la ebullición del agua, corregidas del grado termométrico del aire ambiente, han sido calculadas empírica ó analíticamente con el cuidado posible.

Procediendo así, i tomando el promedio de los diferentes resultados admisibles para cada punto, se ha llegado á formar el siguiente cuadro de alturas.

En este cuadro aparecen 66 cumbres mayores de 5,000 metros dentro de una extensión de 4°44'18" en latitud, pero se puede estimar, agregando las cúspides no medidas, que esas alturas no son menos de cien, lo que basta para tener idea de la potencia de una cordillera que á cada 5 kilómetros lanza al cielo una cumbre de 5 á 6,000 metros.

El cuadro ha sido formado por el ingeniero 1.° don Santiago Muñoz quien lo precede de las siguientes observaciones:

A continuación indicaremos de una manera somera los resultados obtenidos por los instrumentos antedichos, después de haberlos discutidos entre sí, eligiendo para nuestros rejistros las observaciones que más fe nos merecían y despreciando aquellas que adolecían de defectos.

Hemos aprovechado unas 140 alturas de las nivelaciones directas de los ferrocarriles construídos ó en construcción del Huasco, Carrizal, Copiapó, Chañaral, Taltal y Antofagasta, que atraviesan el Desierto de Atacama de Oeste al Este poco más ó menos.

Las alturas obtenidas por nosotros ascienden á 373, determinadas por los métodos indicados anteriormente.

Si á estas últimas agregamos las primeras, tendremos un total de *513 alturas* de los puntos más importantes, que nos servirán para trazar en la carta definitiva muchas curvas de igual nivel.

A continuación van algunas alturas de los picos más notables de la Cordillera de los Andes, que se elevan sobre un nivel de 5,000 metros sobre el mar, indicando sus respectivas latitudes para las más altas cumbres de entre ellas.

| CUMBRES | ALTURAS SOBRE EL MAR | | LATITUDES | |
|---|---|---|---|---|
| Volcan Licancaur | 5,997 | Metros | 22° 54' 12" | Sur |
| » Aguas Calientes | 5,928 | » | 22° 58' 00" | » |
| Cumbre al O. de Sapaleri | 5,838 | » | 22° 54' 55" | » |
| » Hecar | 5,882 | » | 23° 22' 9" | » |
| Pico Aguas Calientes | 5,954 | » | 23° 25' 55" | » |
| » 1.° Puntas Negras | 5,903 | » | 23° 49' 11" | » |
| » 2.° Puntas Negras | 6,049 | » | 23° 49' 17" | » |
| Cumbre Pastos Grandes | 6,404 | » | 24° 20' 20" | » |
| » del azufre | 5,992 | » | 24° 30' 23" | » |
| » Tuzler | 5,833 | » | 24° 11' 17" | » |
| Cumbre Incahuasi | 5,860 | » | 24° 5' 41" | » |
| » Lluillaillaco | 6,600 | » | 24° 44' 13" | » |
| » Ciénega Grande | 6,364 | » | 24° 57' 46" | » |
| » Mojones | 5,925 | » | 25° 44' 5" | » |
| Nevado de Cancha Argolla | 5,867 | » | 25° 56' 17" | » |
| » de Miniques | 6,030 | » | 23° 53' 24" | » |
| Volcán Láscar | 5,900 | » | 23° 26' 2" | » |
| » Púlar | 6,500 | » | 24° 18' 00" | » |
| » Socompa | 5,980 | » | 24° 27' 17" | » |
| » de Antofaya | 6,370 | » | 25° 37' 36" | » |
| Portezuelo Lagunillas | 4,985 | » | | |
| Cerro Coipa | 5,110 | » | 26° 49' 40" | » |
| Cumbre Dos Hermanas | 5,613 | » | 27° 31' 09" | » |
| » Doña Inés | 5,500 | » | 26° 5' 11" | » |
| » Leoncitos | 5,160 | » | 26° 25' 26" | » |
| » Cerro Bravo | 5,274 | » | 26° 41' 52" | » |
| » Panteón de Aliste | 5,360 | » | 26° 18' 3" | » |

| CUMBRES | ALTURAS SOBRE EL MAR | LATITUDES |
|---|---|---|
| Cumbre Juncalito..... | 5,660 Metros | 26° 39' 7" Sur |
| Portezuelo Pastos Grandes..... | 5,313 » | |
| Cumbre Hombre Muerto..... | 5,175 » | 25° 37' 26" » |
| » Ilanco..... | 5,386 » | 26° 8' 4" » |
| » Laguna Blanca..... | 5,579 » | 26° 36' 28" » |
| » Cueros de Poruya..... | 5,343 » | 26° 35' 24" » |
| Portezuelo Negro Muerto..... | 5,200 » | |
| » Laguna Blanca..... | 5,200 » | |
| » Sapaleri..... | 5,100 » | |
| » Chajnantor..... | 5,300 » | |
| » Aguas Calientes..... | 5,300 » | |
| Vega Chajnantor..... | 5,000 » | |
| » Aguas Calientes..... | 5,000 » | |
| Cumbre Chajnantor..... | 5,572 » | 22° 49' 19" » |
| » Sapaleri..... | 5,404 » | 22° 49' 36" » |
| » Cerro Bajo..... | 5,084 » | 22° 46' 51" » |
| » » Lucho..... | 5,017 » | 22° 59' 23" » |
| » » Lina..... | 5,149 » | 23° 9, 36" » |
| » » Ratones..... | 5,269 » | 25° 20' 30" » |
| » al S. E. de Aguas Calientes | 5,888 » | 23° 59' 32" » |
| » de Pótor..... | 5,515 » | 23° 18' 20" » |
| Volcán Colachi..... | 5,717 » | 23° 19' 5" » |
| » Putas..... | 5,534 » | 23° 10' 53" » |
| » Tumisa..... | 5,692 » | 23° 31' 34" » |
| Cumbre cerros de Túmbres..... | 5,309 » | 23° 30' 16" » |
| » » de Río Negro.... | 5,130 » | 23° 28' 31" » |
| » » Chamaca..... | 5,303 » | 23° 34' 40" » |
| » al N. del anterior..... | 5,154 » | 22° 54' 47" » |
| » Catua..... | 4,961 » | 23° 55' 44" » |
| » Tultul..... | 5,501 » | 24° 16' 52" » |
| » Incahuasi..... | 5,710 » | 24° 5' 26" » |
| » Rincón..... | 5,500 » | 24° 4' 18" » |
| » Macón..... | 5,622 » | 24° 33' 00" » |
| » Pocitas..... | 5,322 » | 24° 21' 3" » |
| » Gallo Muerto..... | 5,379 » | 24° 24' 35" » |
| » Jueregrande..... | 5,655 » | 25° 3' 7" » |
| » Toco..... | 5,339 » | 23° 1' 14" » |
| » Vicuña..... | 5'010 » | 26° 35' 40" » |
| » nevado de Cachi..... | 6,500 » | 25° 3' 49". » |

Para dar alguna idea del relieve del territorio se han distribuído las alturas clasificándolas por su elevación sucesiva sobre el nivel del mar, de 100 en 100 metros.

Se prescinde de figurar las alturas menores de 100 metros y muchas otras en puntos desiertos, sin nombre y que no tienen más interés ni más objeto que el de servir á la formación de perfiles transversales del terreno.

Estos perfiles han podido ser trazados con alguna aproximación á la altura de diversas latitudes, como ser en el paralelo de 28º correspondiendo más ó menos á la quebrada de Carrizal Bajo, siguiendo al interior según la línea del ferrocarril á Cerro Blanco y cruzando el río de Manflas hasta terminar en la cordillera limítrofe siempre por el mismo paralelo.

Un segundo perfil en la desembocadura del río de Copiapó, continuando también el mismo paralelo hasta los Andes.

Un tercero por Pan de Azúcar, otro por Taltal, etc.

Rebanado así el terreno por planos verticales perpendiculares al meridiano, los cortes demostrarán la configuración exacta del terreno en razón del curso en que corren todos los ejes de montañas, siempre de N. á S.

Pero no es aquí sino en la descripción orográfica y en el libro sobre geología correspondiente á esta obra, donde se tratará de este importante detalle.

---

## ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

**Metros** **100 á 200**

129 Alto del Fraile.
132 Carpa N.º 2. de (F. C. de Copiapó).
134 Barranquillas (F. C. de Carrizal).
137 Monte Amargo.
157 Portezuelo Burro Muerto (entre Caldera y Algarrobo).

**200 á 300**

225 Carpa N.º 3 (F. C. de Copiapó).
* 225 Canto de Agua (F. C. de Carrizal).
254 Piedra Colgada (F. C. de Copiapó).
264 Cumbre Morro de Copiapó.
290 Toledo (F. C. de Copiapó).

**300 á 400**

311 Carpa N.º 4. (F. C. de Copiapó).
351 Agua de la Negra (Antofagasta).
352 Milla 30 (F. C. de Carrizal).
* 356 Algarrobal (Carrizal).
369 Copiapó.
383 Vallenar.
388 Cuesta de Perales, Paposo.

**400 á 500**

434 Punta de Díaz.
438 Paipote.
* 477 Carrizal Alto.
489 Tierra Amarilla.
491 Posada de la Varilla.
500 Posada de Luján.
500 Punta del Cobre.
509 Mineral del Algarrobo.

**500 á 600**

509 Cerrillos de Punta de Picana.
* 516 Salar del Carmen (Antofagasta).

(*) Vértices de triángulos.

523 Galena (F. C. de Carrizal).
539 Nantoco.
* 539 Ladrillos (F. C. Copiapó).
545 Posada de Cascabeles.
548 Punta de Picana.
555 Milla 17 (F. C. de Antofagasta).
562 Aguada de Marañón.
579 Cerrillos (F. C. Copiapó).
595 Llano de los Lirios.

**600 á 700**

600 Posada de Escaleritas, quebrada de Santa Luisa.
* 606 Mina Portezuelo (Carrizal).
608 Punta Carmen.
609 Las Breas (F. C. de Taltal).
610 Totoralillo (id. de Copiapó)
620 Posada de Paposo.
628 Aguada Cachina (Esmeralda).
630 Refresco de Pastenes (Carrizalillo).
636 El Churqui (Juan Godoy).
645 Chulo (Carpa N.º 11, F. C. de Copiapó).
668 Pabellón (F. C. de Copiapó).
682 Punta de Marañón.
684 Carpa N.º 9. (F. C. de Copiapó).
* 695 Punta de los Salineros.
695 Mina Carrizalillo.

**700 á 800**

728 Aguada del Chulo (Copiapó).
730 id. Salitrosa.
746 Carpa N.º 7 (El Yeso).
750 Aguada de Adentro (Quebrada de Botijas).
761 Pajonales (Carpa N.º 10).
764 Llano del Sur del Portezuelo de la Viñita.

769 Mantos Blancos.
792 Garín.
796 Refresco, más abajo de Pueblo Hundido.

**800 á 900**

* 818 Placilla de la Florida.
820 Encrucijada Matancillas (Paposo).
* 820 Algarrobo (Carrizal).
825 Rosilla (F. C. de Carrizal).
* 825 Pueblo Hundido.
825 Pampa Larga (Minas).
830 Quebrada Juncal, abajo de Arenillas.
836 Quillagua.
* 840 Lindero (Cerro de Ustaris).
851 Portezuelo de la Viñita (Copiapó).
857 Tres Puentes (F. C. á Copiapó).
862 Angostura de Chañarcitos á Inca (Chañaral).
864 Juan Godoy.
885 Cuevitas (F. C. de Antofagasta).

**900 á 1,000**

900 Refresco de Arenillas (Pan de Azúcar).
910 Portezuelo de Cardones (Copiapó).
915 Oficina frente á Cuevitas de Aguas Blancas.
916 Mina Dolores 1.ª (Chañarcillo).
* 925 Lindero Cerro Paso Malo.
948 Loros (Carpa N.º 8).
* 958 Cerro cortado.
960 Portezuelo de Bombas a Cachina.
1000 San Antonio.

**1,000 á 1,100**

1004 Portezuelo de Pueblo Hundido á Chañarcitos.
1005 Carpa N.º 12 (Venado).
1017 Cerrillos de Antofagasta.

**1,600 á 1,700**

1600 Mineral de Cerro Negro.
1600 Quebrada de Caballo Muerto.
1612 Mineral Inca de Oro.
* 1615 Sierra Gorda (Antofagasta).
1615 Máquina de Puquios.
1638 Llano del Inca.
1646 Barranca (Quebrada Chañaral, frente á Finca.
* 1648 San Andrés.
* 1650 Cerro del Cármen.

**1,700 á 1,800**

1708 Divortia de la hoya del Loa.
1710 Posada Vieja (Llano de Varas).
1725 Mina Chiquita. (Quebrada de Garin),
* 1725 Lindero (Cerro Pedregoso).
1730 Mina de Tres Chañares (Jorquera).
1740 Oficina Catalina del Sur.
1743 Punta del Salado con Pasto Cerrado.
* 1758 Máquina Atacama.
1760 San Cristóbal.
* 1760 Frente á las Minas de Coria, camino Reventón á Aguas Blancas.
1764 Dorso de Salinas (Antofagasta) á mina San Jorge.
1770 Vega de Huacate.
1780 Valles (Río Manflas.)
* 1790 Portezuelo Villanueva.

**1,800 á 1,900**

1809 Portezuelo del Inca.
1811 Romero Cabeza de Vaca (Placilla).
1815 Pintadas (Copiapó).

1364 Molle Alto (F. C. de Copiapó).
1365 Juntas (Copiapó).
* 1368 Cerro del Pingo (Taltal).
* 1375 Cerro de Jesus María (Copiapó).
* 1382 Pampa Central (Antofagasta).

**1,400 á 1,500**

1425 Hacienda de Pulido.
1425 Salitrera «Florencia» de Aguas Blancas.
1446 Aguada de Flamenco, cruzamiento con el camino del Inca.
1447 Pampa Alta (Antofagasta).
1460 Pique de San Jorge de los Razolelt seco.
1476 Agua Verde (Taltal).
1487 Estación de Caracoles (F. C. de Antofagasta).
* 1490 Mina Colmos.
1494 Finca de Chañaral,
1497 Alto del Camino del Inca, al sur de Chimbero.
1490 Frente al mineral del Inca de Oro.

**1,500 á 1,600**

1506 Cerrillos al norte de Pampa Central (Antofagasta).
1508 Portezuelo del Inca (Copiapó á Tres Puntas).
1510 San Pedro (Salitrera, camino Abundancia á Reventón)
1520 Encrucijada del Camino de los Ingleses (Copiapó á Chañaral).
1520 Vaguada al caer en Salinas, (camino San Jorge).
1540 Chacance (1258.m)
1550 Mina Altamira.
1556 Casas de la Hacienda Manflas,
1560 Portezuelo Chañaral á Chimbero.
1575 Salida de la quebrada de Puquios á Llano de Varas.
1580 Oficina de Dos Amigos (Taltal).
1590 Pan de Azúcar (del Loa).

**1,600 á 1,700**

1600 Mineral de Cerro Negro.
1600 Quebrada de Caballo Muerto.
1612 Mineral Inca de Oro.
* 1615 Sierra Gorda (Antofagasta).
1615 Máquina de Puquios.
1638 Llano del Inca.
1646 Barranca (Quebrada Chañaral, frente á Finca.
* 1648 San Andrés.
* 1650 Cerro del Cármen.

**1,700 á 1,800**

1708 Divortia de la hoya del Loa.
1710 Posada Vieja (Llano de Varas).
1725 Mina Chiquita, (Quebrada de Garin),
* 1725 Lindero (Cerro Pedregoso).
1730 Mina de Tres Chañares (Jorquera).
1740 Oficina Catalina del Sur.
1743 Punta del Salado con Pasto Cerrado.
* 1758 Máquina Atacama.
1760 San Cristóbal.
* 1760 Frente á las Minas de Coria, camino Reventón á Aguas Blancas.
1764 Dorso de Salinas (Antofagasta) á mina San Jorge.
1770 Vega de Huacate.
1780 Valles (Río Manflas.)
* 1790 Portezuelo Villanueva.

**1,800 á 1,900**

1809 Portezuelo del Inca.
1811 Romero Cabeza de Vaca (Placilla).
1815 Pintadas (Copiapó).

1818 Puerta de Paipote.
1830 Llano de Catalina del Sur á Refresco Seco.
* 1848 Refresco (de Taltal).
1850 Cerro (al S. O. de Colmos).
1856 Llano en Punta de Varas.
1865 Agua de la Brea (Cerro).
1877 Morro de Chañarcillo.
1880 Jorquera.
1890 Mina Reventón de Paposo.
1890 Pique Reyes Martínez.

**1,900 á 2,000**

1900 Llano Manto California.
1902 Molinos cerca Puerta de Paipote.
1926 Pampa Salitrera (Callejas).
1950 Mina Descubridora de Garín Viejo.
1950 Finca de Carrizalillo.
1950 á 17 kmls. al E. de Mina Reventón (camino á Aguas Blancas).
* 1970 Chehueque.

**2,000 á 2,100**

2000 Portezuelo Monte Cristo.
2009 Salitrera Atacama.
* 2020 Cerro Cabeza de Vaca.
2032 Lautaro Salitrera.
* 2041 Morro Punta de Varas.
2054 Salitrera Chilena-Española.
2080 Pique de la anterior.
2085 Salitrera Rosario.
* 2090 Lindero Cerro Ramaditas.

**2,100 á 2,200**

* 2100 Mina Altamira.
2116 Cerro de los Frailes.
2133 Aguada (Finca Buena Esperanza del Chimbero).

* 2140 Mina Reventón del Paposo.
2140 Refresco Seco, (Camino á mineral Juncal).
2144 Cerritos Bayos (F. C. á Antofagasta).
2150 Tapiales (Maricunga).
2152 Salitrera José Antonio Moreno.
2180 Mina Principio.
2199 Cortés Blancos (F. C. Antofagasta).

**2,200 á 2,300**

* 2218 Mina Buena Esperanza (Chimbero).
2220 Finca de Carrizalillito.
2240 Abajo de Oficina J. A. Moreno (camino á Reventón).
2250 Casas de San Andrés.
2253 Vega de Tilopozo.
2255 Mina Armonía de Iscuña.
2255 Puente de Calama.
* 2265 Estación de Calama.
* 2265 Pueblo de Calama.
* 2265 Sierra Overa.
* 2267 Extremo A de base en Tres Puntas.
2271 Morro Bajo de Cachiyuyo, frente á Máquina Atacama.
2287 Nacimiento Quebrada de Carrizo-Carrizal.
2290 Mina Amolanas.

**2,300 á 2,400**

2304 Salto del Salado.
2310 Mina Codiciada de Tres Puntas.
2310 Mina Elena de Tres Puntas.
* 2323 Morro Flor del Desierto.
2340 7 Klmts. más al O. de Refresco Ratones, dorso para caer á Reventón.
2369 Refresco Ratones dorso para caer á Reventón.
2276 Morro avanzado del Mineral del Inca.
* 2276 Cerro del Chivato.
2289 Falda del Portezuelo para caer al Rio Manflas.

2290 Pueblo de Chiu-Chiu.
2296 Punta más alta, corrida de Varas.

**2,400 á 2,500**

2400 Primera Guardia (F. C. T. de Copiapó).
* 2400 Tilomonte.
2400 Nacimiento del Río Manflas.
* 2420 Plaza de San Pedro de Atacama
* 2425 Lindero N. Sierra Matancillas.
2430 Vega de Chañaral Alto.
* 2484 Checo de Plata.

**2,500 á 2,600**

* 2503 Lindero en Cerro Tres Puntas.
2510 Portezuelo de El Dorado y Amarillos.
2529 Aguada de Cachina.
* 2539 Pueblo de Toconao.
* 2540 Cerro de la Descubridora del Reventón (Paposo)
* 2543 Morro del Panteón (Tres Puntas).
2580 Salitrera Sud-América.
* 2581 Morro estratificado al N. E. del Panteón.
* 2597 Farellón en Cerro Tres Puntas.

**2,600 á 2,700**

* 2602 Punta del Medio en Cerro Tres Puntas (M.).
2608 Vado de Lucha (Río Salado del Loa).
2620 Agua de la Encantada.
2630 Vegas del Toro (Rio Manflas).
* 2632 Cerro de Buenos Aires.
* 2642 Punta P. de las Tres Puntas.
2643 Est.on de Seres (Antofagasta).
2649 Portezuelo para caer á Río Manflas.
* 2651 Cerro Juana del Norte (E).
* 2660 Lind.o bajo de Guanaco.
2660 Establecimiento nuevo Juncal.

2670 Ultima guardia (cerrillo entre Caracoles y Calama=2600).
2695 Aiquina.
* 2698 Cachinal de la Sierra.

**2,700 á 2,800**

2705 Cumbre de «El Dorado».
2706 Vegas de Monroy.
* 2712 Mina Arturo Prat.
2751 Est.n 5.a Cañería de Agua Arturo Prat.
2760 Ojo de Agua (F. C. de Copiapó).
2760 Agua Limón Verde.
* 2767 Morro Alto (C. de la Dulcinea de Puquios).

**2,800 á 2,900**

2800 Entrada de la Coipa.
2800 Cacerío de Peine.
2800 Aguada Indio Muerto.
2805 Vegas de D.a Inés Chica.
2807 Est.on 4.o de Cañería Agua Arturo Prat.
* 2820 Lindero Alto del Guanaco.
2825 Agua del Castaño.
2835 Agua de San Juan (?)
* 2852 Cerro del Guanaco, lindero Mineral.
2860 Mina Calameña de Caracoles.
2865 Soncor.

**2,900 á 3,000**

2910 La Guardia (Jorquera).
2931 Est.on 3 Cañería agua Arturo Prat.
2959 Vegas de Aiquina.
2960 Caspana.
* 2962 Punta Cerro San José de Tres Puntas (C).
2977 Puente del Añil (F. C. de Antofagasta).

### 3,000 á 3,100

3000 Punta de Cachitos.
3009 Puente n.° 1—Conchi (F. C. Antofagasta).
3010 Id. n.° 2 id. id.
3012 Cachitos (Valle Copiapó).
* 3017 Cerro Blanco.
3025 Finca de San Bartolo.
3028 Agua de la Cruz.
3030 Vegas de Mostazal.
3030 Aguadas dulces de Caracoles.
* 3045 Lindero cerro alto (4 leguas al S. de Iscuña)
3056 Valle Maricunga.
* 3057 Lindero al N. de Guanaco.
3065 Río Guanchatoco, confluencia con Salado.
3072 Agua de Inca-huasi.
3085 Est^on 2 Cañería agua Arturo Prat.

### 3,100 á 3,200

3100 Falda del Indio Muerto.
3112 Establecimiento San Bartolo.
3115 Agua de Acerillo.
3125 Machuca.
3158 Vegas de Imilac.
* 3166 Lindero Sierra Fraga.
3181 Llano de la Exploradora.
* 3193 Id. de Vaquillas.

### 3,200 á 3,300

3207 Portezuelo del Castaño (Valle Copiapó)
3231 Estación 1 Cañería agua Arturo Prat.
3234 Estación San Pedro (F. C. Antofagasta)
3240 Puente (F. C. Antofagasta).
3240 Vegas de Carachapampas.
* 3245 Cerro del Bordo (Atacama).

3255 Peñón, Caserío, Cordillerra Antofagasta de la Sierra.
3260 Agua de las Tablas (Pedernales).
3275 Agua de la Teca.
3290 Valle Moreno (vía Puquios).

**3,300 á 3,400**

3307 Pueblo de Socaire.
3309 Vega de Onas.
3330 Aguadas Dulces.
3333 Confluencia Río Piuquenes con Nevado.
3350 Vegas del Caulón.
3355 Cortes de Poruña (entrada F. C. de Antofagasta)
3360 Obispito (Valle de Copiapó).
3391 Cortes de Poruña (salida F. C. de Antofagasta).

**3,400 á 3,500**

* 3400 Mina Buena Esperanza (de Vaquillas),
3410 Agua de Varas.
3415 Agua del Juncal Arriba.
* 3426 Establecimiento Pedernales.
3434 Punta de San Pedro (F. C. Antofagasta).
3435 Portezuelo de Valiente.
3444 Vega de Pajonales.
3456 Id. de Antofaya.
3468 Botijuelas Camino á Antofaya.
3494 Peñasco de Diego.
* 3496 Vega Inca-huasi.

**3,500 á 3,600**

3500 Bloc (Quebrada de Maricunga)
* 3515 Agua del Bolsón.
* 3516 Peñasco, Pueblo de Antofagasta de la Sierra.
3530 Confluencia Quebrada del Bolsón y Juncal.
3544 Punta de Polapi.
* 3554 Lindero C. Pastillo.
3564 Aguas Calientes (antiguo establec. San Pedro).

3570 Vegas de Puntas Negras.
3575 Id. del Chaco.
* 3588 Id. de Río Frío.
3597 Vega de Cerro Bravo.

3,600 á 3,700

3604 Vega de la Zorra.
3645 Portezuelo de Pedernales.
3680 Id. de Pasto de Ventura (línea).
3688 Carcote (entrada al lago).
3694 Id. (salida del id.).
3695 Frontera.
3696 Estación Alcagui.
* 3699 Lindero Volcán Alumbrera.

3,700 á 3,800

3700 Mina Sandón.
3700 Id. Coipa.
3715 Agua de la Encantada.
3720 Portezuelo.
3729 Estación de Cebollar (F. C. Antofagasta).
* 3730 Cumbre del Cerro Indio Muerto.
3743 Vega de Pozuelos.
3747 Vega de Socompa.
3750 Chorrillos (Argentino).
3750 Portezuelo para ir á Agua de la Teca.
3758 Estación de Polapi (F. C. de Antofagasta).
3764 Vega de la Ola.
3765 Volcán de Agua (nacimiento del Salado).
3783 Vega Juncal (orilla E. Salar de Arízaro).
3790 Minas del Chaco.
3790 Pie de la Cordillera Maricunga.

3,800 á 3,900

3800 Puntas Negras.
* 3800 Laguna Maricunga

3800 Alojamiento de Pircas negras
3803 Carcote Estación F. C. de Antofagasta.
3810 Cascada en río Juncal hacia Leoncitos.
3811 Vega de Quirón.
* 3812 Pueblo del Rosario (Altiplanicie Atacameña).
3813 Vega del Tolar grande.
3827 Puquio, alojamiento en camino á Tiloposo.
3830 Vega Tola.
3838 Vega de Macón.
3840 Aguas minerales en Quebrada Gallina.
3848 Vega de Caurchari.
* 3850 Mina Exploradora.
3857 Vega del Tolar Chico.
3859 Cerca de Laguna Minique.
* 3860 Laguna de Maricunga.
3860 Portezuelo de Vicuña, cayendo á Mocoví.
3863 Vega de Potrero Grande.
3870 Río Lamas.
3877 Ciénega redonda, al pie del Azufre.
3882 Vega, Falda Ciénega al sur de Catua.
3883 Vega de Pastos Chicos.
3895 Laguna de Légia.

### 3,900 á 4,000

3900 Vega de Choschas.
3910 Id. Ojo de Colorados.
3915 Quebrada de Codocedo.
3930 Vega Aguas Coloradas, pie E. sierra Macón.
* 3930 Lindero Cerro Bayo.
3934 Cacerío de Pastos Grandes.
3940 Extremo N. de la Mezeta.
3944 Vega de Cori.
3945 Vega Aguas Calientes (camino á Vaquillas).
3950 Vega de Lagunillas.
3950 Alojamiento de Pircas Negras.

3960 Estación de Ascotán.
3975 Vega de Quebrada Seca.
3976 Id. de Cortadera.
3980 Id. de Hecar.
3980 Id. de Pajonal (sin agua).
3980 Pie del volcán Tumisa.
3980 Llanura del Yeso, más al N. de Piedra Parada.
3983 Vega de Guanaqueros.
3990 Quebrada Seca, al pie de la Cordillera.
3995 Vega de Cavi.

**4,000 á 4,100**

4002 Lindero en barranca de Vega de Río Frío.
4004 Peña Negra, Quebrada de Antofagasta.
4004 Vega de Leoncitos.
4010 Boratera de Siberia.
4010 Laguna Brava.
4013 Los corrales del río Juncalito.
4014 Chagsa.
4020 Llano hacia Piedra Parada, frente á Lindero 100.
4030 Portezuelo de Caurchari á Catua.
4032 Lindero Cerro Curuto.
4038 Ranchos.
4040 Río Onas.
4042 Lindero Cerro de la Ternera.
4064 Vega de Pozo Bravo al E. de Catua.
4065 Portezuelo de Vicuña.
3068 Caserío de Catua.
4070 Vega de Samenta.
4092 Laguna al pie del Volcán.
4098 Vega Olajaca

**4,100 á 4,200**

4100 Vega de Mojones, casa del Comisionado.
4115 Portezuelo Anticlinal.

4120 Portezuelo Agua Pelada.
4120 Guaitiquina.
4125 Llano más al N., frente al lindero 89.
4142 En Pircas Negras F. T. de San Antonio.
4150 Portezuelo Panteón de Aliste.
4155 Lagunilla.
4160 Cerro del Quimal.
4168 Vegas de Olaroz Grande.
4171 Vega de Barros Negros.
4175 Quebrada del Salin.
4177 Laguna del Negro Francisco.
4178 Vega de León Muerto.
4187 Lindero Morrito al N. del pueblo de Pastos grandes.
4188 Id. de Chaschas.
4190 Cumbre de Cordillera.
4193 Vega alojamiento de Toro.
4197 Alojamiento cerca de laguna Negro Francisco.

**4,200 á 4,300**

4200 Vega de la Hoyada (falda cerro Robledo).
4215 Portezuelo de Chorrillos (línea).
4220 Peña Negra (Copiapó).
4223 Vega de Hécar (otro alojamiento).
4229 Alojamiento de Piedra Parada (en rio Juncalito).
4250 Lindero Volcán Carachapampa.
4250 Vega de Acazoque.
4250 Ciénega Redonda.
4260 Vega Umorchota.
4266 Vega Pili á Río Negro.
4278 Carpa Vega Río Negro.
4285 Vega de Pairiqui Chico.
4296 Ojo de Agua (F. T. vía Puquios).

**4,300 á 4,400**

4300 Lindero cerro de la Exploradora.
4305 Vega Laguna de los Patos.

4310 Id. Losló.
4313 Lindero cordón Tolar Grande.
4330 Vega de Achibarca.
4330 Id. de Chamaca.
4335 Id. de Quebrada Honda.
4340 Id. Ciénega Redonda.
4356 Campo de Tres Cruces.
4369 Río Lamas.
4376 Vega al pie de cerro Bayo.

**4,400 á 4,500**

4432 Valle al pie de Vidal Gormaz.
4450 Portezuelo del Cajón.
4450 Lindero en punta N. del cerro Coyaguaima.
4470 Cuevas del río Aguas Calientes.
4477 Vega de la Punilla cerca de Mojones.
4477 Agua de las Perdices.
4478 Vega del Agua Delgada.
4497 Id. de Los Colorados.

**4,500 á 4,600**

4504 Cumbre Codocedo.
4515 Portezuelo de Acerillo á Salitre.
4520 Id. de Quebrada Seca.
4532 Cumbre cerro de Onas.
4536 Laguna Verde.
4540 Tres Cruces.
4581 Laguna Verde.
4591 Lindero cerro Bávaro ó Lares.

**4,600 á 4,700**

4606 Laguna Brava.
4615 Lindero Vega de Sapaleri.
4637 Portezuelo desde Laguna Negro Francisco para caer á Viscachas.

4650 Lavaderos del Carmen al N. O. de Siberia.
4663 Vega de Guaiyaques.
4670 Portezuelo de la Coipa.

**4,700 á 4,800**

4715 Laguna seca de Portezuelo.
4728 Tres Cruces,
4735 Vega de Los colorados, cerca de Cuevas de río Aguas Calientes.
4740 Cerro Vidal Gormaz.
4785 Lindero cerro Hornillos.

**4,800 á 4,900**

4800 Pie E. Cerro de Licancaur.
4819 Lindero Cerro Gemelas.
4837 Portezuelo de Tres Quebradas (línea).
4870 San Francisco (Copiapó) F. C. T. vía Puquios.

**4,900 á 5,000**

4906 Lindero Cerro Macón.
4961 id. en cordón E. de Catua.
4975 Mina Inca-huasi, costado O. de Pastos Grandes.
4985 Portezuelo de la Lagunilla.

**5,000 á 5,100**

5000 Vegas de Chajnantor.
5000 id. de Aguas Calientes.
5010 Lindero Cerro Vicuña.
5017 id. Cerro Lucho.
5084 id. Cerro Bayo.

**5,100 á 5,200**

5100 Portezuelo de Sapaleri.
5110 Lindero Cerro de la Coipa

5123 Cerrito cónico en la línea divisoria.
5130 Lindero en punta S. alta Cerro Río Negro.
5149 id. Cerro Lina.
5154 Punta en barranca al N. del 323.
5160 Lindero Cerro Leoncito.
5175 id. Cerro Hombre Muerto.
5188 Punta rojiza al S.E. del Cordón Aguas Caliente.

**5,200 á 5,300**

5200 Portezuelo entre Laguna Blanca y Sapaleri.
5200 id. del Negro Muerto.
5269 Lindero Cerro Ratones.
5274 id. id. Bravo.

**5,300 á 5,400**

5300 Portezuelo de Chajnantor.
5300 id. de Aguas Calientes.
5303 Lindero Cerro cónico de Chamaca.
5309 id. Cordón Tumbres.
5313 Portezuelo de Pastos Grandes con Selto Pugio.
5322 Cumbre Cerro Pili.
5322 Lindero Cerro Pocitas.
5339 id. id. Toco.
5343 id. id. Cuero de Poruya.
5360 id. id. Panteón de Aliste.
5379 Punta Sur, Cordón Gallo Muerto.
5386 Lindero Cerro Ilanco.

**5,400 á 5,500**

5404 Lindero Cerro Sapaleri.

**5,500 á 5,600**

5500 Pico de Doña Inés.
5500 Punta N. E. de los Cerros del Rincón.
5501 Lindero Cerro Tultul.
5515 id. id. de Potor.

5534 Punta alta Cerro Putas.
5572 Lindero nacimiento Río Chajnantor
5579 id. Cerro Blanco.

**5,600 á 5,700**

5613 Lindero Cerro Dos Hermanas.
5622 id. » Macón.
5655 id. » Jueregrande.
5660 Cerro del Juncalito.
5692 Punta de los Cerros de Tumisa.

**5,700 á 5,800**

5810 Punta alta Cerro Inca-huasi.
5817 Volcán Colachi.

**5,800 á 5,900**

5833 Lindero Cerro Tusler.
5838 id. » al O. de Sapaleri.
5847 Punta alta Cerro Aguas Calientes al E. del 273.
5860 Cerro de Inca-huasi.
5867 Nevado de Cancha Argollas.
5882 Cumbre de Cerro Hécar.

**5,900 á 6,000**

5903 Puntitas O. de Puntas Negras.
5925 Lindero Cerro Mojones.
5928 id. » Aguas Calientes.
5954 Punta Cerro Aguas Calientes.
5992 Lindero Cerro Azufre de Pastos Grandes.
5997 Cerro Licancaur.

**6,000 y más**

6049 Lindero Cerro Puntas Negras.
6364 Cumbre Cerro Ciénega Grande.
6404 Nevado de Pastos Grandes.
6600 Llullaillaco.

## 12.—DECLINACIÓN Y AZIMUTES MAGNÉTICOS

Al tratar de esta materia se hace necesario volver á repetir lo dicho sobre los cronómetros de bolsillo Dent.

En las ciudades, donde las ocasiones de estudio de sus irregularidades y determinación de su marcha diaria podían repetirse, esos instrumentos pudieron utilizarse muchas veces, como se ha visto, pero en las cordilleras y en los viajes que no se hacían en condiciones de comodidad para el trasporte, su marcha desordenada y sus movimientos imprevistos, deteniéndose cuando el frío era excesivo, hacían inseguro é inútil su uso.

Con observaciones circunmeridianas de sol ó de estrellas, la opeción de determinar la variación magnética se ha repetido en numerosas ocasiones cada vez que las circunstancias han sido favorables.

Algunas anotaciones de variaciones diurnas han acusado, como en Copiapó, una amplitud de ángulo que llegaba hasta 1' 30" y en las altas cordilleras llamó más de una vez la atención el hecho de una notable diferencia en las lecturas magnéticas de los diversos instrumentos comparados con las análogas diferencias de los mismos en otras circunstancias.

La falta de estabilidad en los observatorios ó estaciones y las molestias consiguientes á la intemperie en los campamentos del explorador, no permitían reducir á observaciones sistemadas ciertos fenómenos que despiertan interés y podrían conducir á resultados importantes.

Una serie de observaciones verificadas en Copiapó para la mejor orientación de la base, habían dado un promedio de 12° 46' para la declinación magnética oriental.

Los trabajos de la comisión de astrónomos, verificados con instrumentos adecuados dieron los siguientes resultados para las constantes magnéticas en Copiapó, Caldera y Antofagasta, usando el magnetómetro de Meyertein:

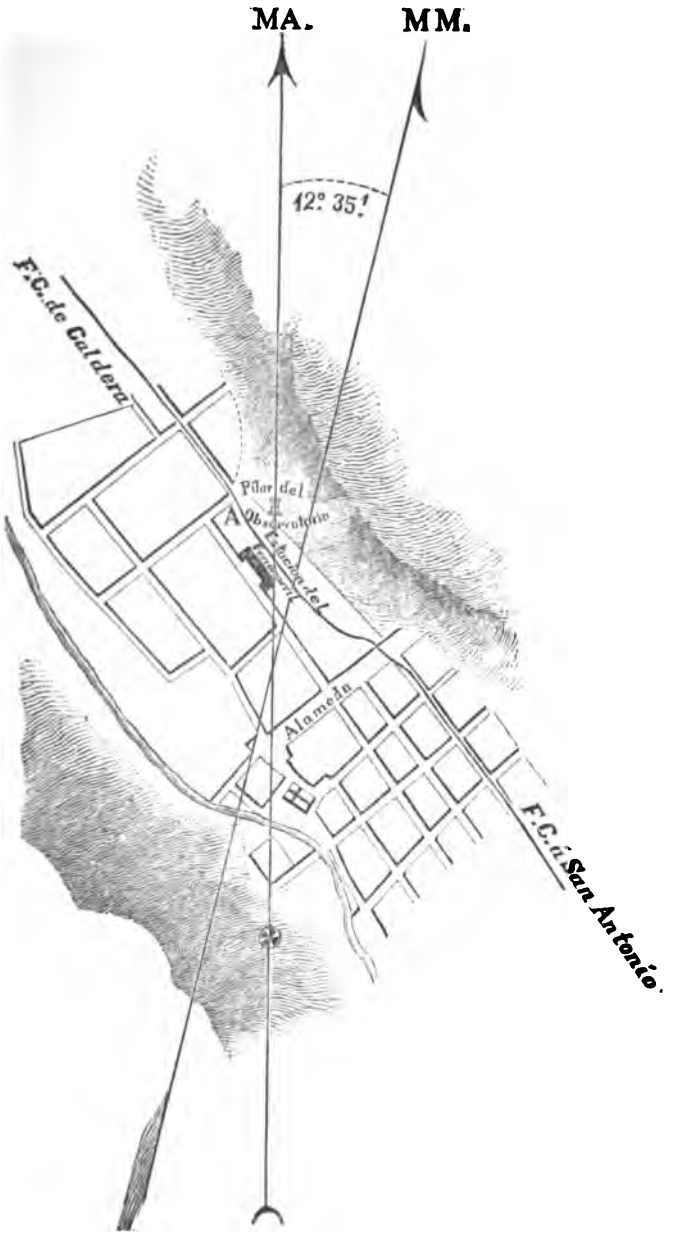
| DECLINACIÓN | INCLINACIÓN | FUERZA HORIZONTAL |
|---|---|---|
| Copiapó . . . 12° 35' 3. E: 3 Sbre /88 | 28° 52' *S.*: 26 Obre /88 | 0,2769: 4 Sbre /88. |
| Caldera . . . . 13° 38' 1. E: 18 Obre /88 | 28° 18' *S.*: 5 Nbre /88 | 0,2759: 18 Obre /88. |
| Antofagasta 12° 1' 5. E: 16 Dbre /88 | 24° 29' *S.*: 17 Dbre /88 | 0,2775: 17 Dbre /88. |

Las componentes horizontales de la fuerza horizontal magnética están expresadas en los tres elementos de materia, espacio y tiempo de que dependen los fenómenos físicos, es decir, la masa para apreciar la cantidad de materia, la unidad de lonjitud para comparar los espacios, y la unidad de tiempo para estimar la duración del fenómeno.

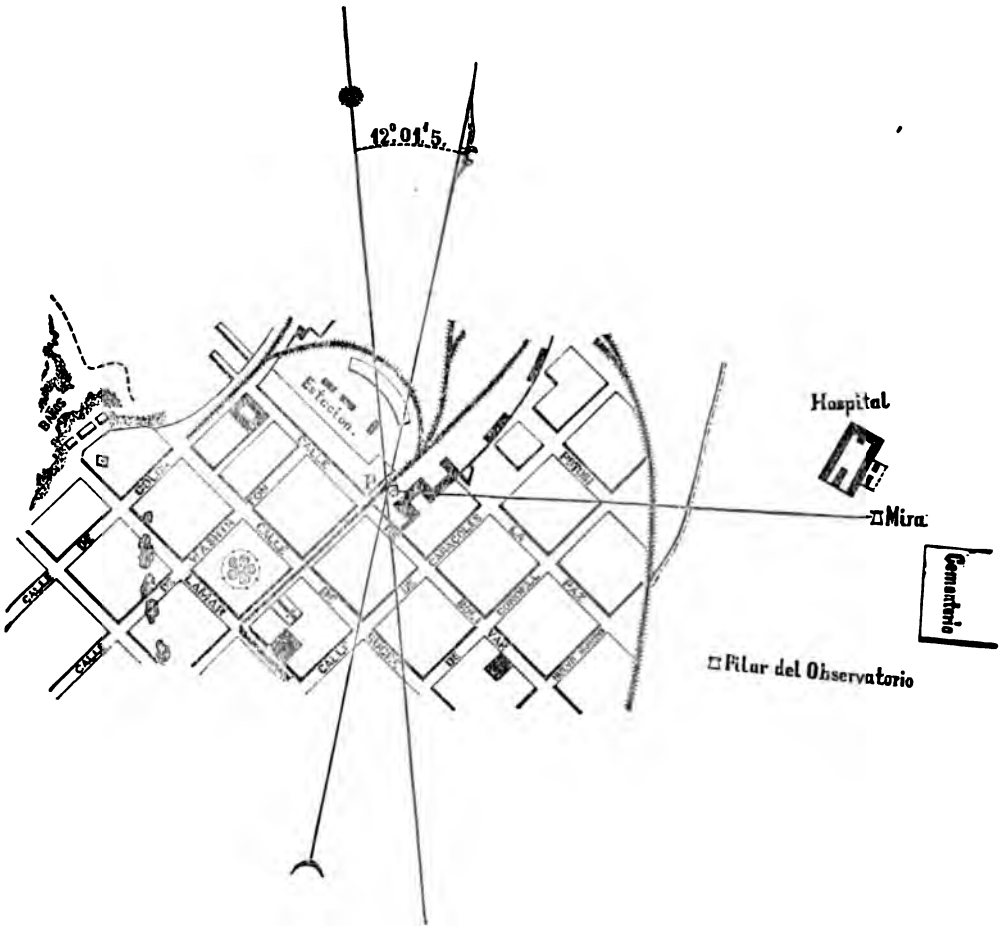
Las tres unidades constituyen el sistema llamado C. G. S., centímetro, masa y segundo, pero modificando la teoría de Gaus con la sustitución del gramo–masa.

En Copiapó se ha fijado el meridiano astronómico en el terreno por medio de una cruz griega pintada de negro y blanco contra la roca en la falda del cerro del Rosario que mira al norte, entre las calles de Talcahuano y Yumbel, dispuesto de tal manera que con instalar un instrumento en el pilar de observaciones contiguo al extremo *A* de la base de triangulación, basta apuntar á la cruz buscándola diagonalmente al lado opuesto del valle en aquella dirección, para tomar la posesión matemática del sur astronómico.

La figura siguiente explica esta disposición.




En Antofagasta, el pilar de observaciones está colocado dentro de la estación del ferrocarril inmediato á la puerta de entrada para el tráfico de carros, dando vista al cementerio, en cuya inmediación hay una señal de mampostería que sirve de mira según un ángulo horizontal de 89° 15' 13." 4 contado desde el *S* astronómico.




Por la circunstancia de estar este punto inmediato á los paralelos de los desvíos del ferrocarril y otros motivos de desviación que abundan en tales lugares, debe preferirse, para la rectificación de las brújulas el pilar inmediato al cementerio.

En algunos puntos de la alta cordillera donde no ha habido ocasión de determinar la declinación de la aguja magnética con precisión, se ha insistido siempre en repetir y asegurarse del valor de este ángulo para los efectos de los itinerarios de caminos y demás datos tomados con la brújula.

Y, así se puede dar para ciertas localidades como Maricunga, Pedernales de la Ola, San Pedro de Atacama, Tilomonte y otros, el promedio de varias operaciones, á veces en distintas épocas y con

agujas de diferentes instrumentos, confrontando además las alturas circunmeridianas por medio de observaciones con el círculo de reflexión y horizonte artificial,

Los resultados así obtenidos, como los de San Pedro de Atacama, Zorras de Guanaqueros, Copiapó y otros merecen á este respecto especial confianza.

La variación obtenida en Guanaqueros es el promedio de cinco operaciones verificadas simultáneamente por dos observadores con sus respectivos instrumentos; y de siete operaciones en la misma forma resultó la que se da para San Pedro de Atacama.

### CUADRO DE DECLINACIONES MAGNÉTICAS

| LOCALIDADES | DECLINACIÓN ORIENTAL | LATITUDES | LONGITUDES | ALTURAS |
|---|---|---|---|---|
| Copiapó..... | 12° 33' | 27° 21' 33"5 | 70° 21' 22" 5 | 369 |
| Caldera..... | 13° 38' | 27° 04' 05"9 | 70° 49' 05"24 | « |
| Máquina Atacama, Cachiyuyo..... | 13° 23' | 27° 04' 28" | 69° 56' 17" | 1745 |
| Maricunga..... | 13° 15' (?) | 26° 59' 58"6 | 69° 06' 50"06 | 3860 |
| Pedernales de la Ola. | 14° 1' (?) | 26° 19' 21" | 69° 15' 29" | 3420 |
| Mineral de Carrizalillo | 12° 41' | 26° 01' 20"6 | 70° 19' 52" | 1035 |
| Mina Altamira..... | 13° 07' 30" | 25° 50' 02" | 69° 52' 26" | 2100 |
| Vaquillas, mina Buena Esperanza..... | 12° 28' | 25° 23' 37" | 69° 18' 49" | 3400 |
| Mina Arturo Prat.... | 13° 23' 25" | 24° 59' 44" | 69° 32' 56' | 2712 |
| Vegas de Guanaqueros | 12° 03' 5" | 24° 33' 43" | 68° 35' 41" | 3983 |
| Tilomonte..... | 11° 51' 8" | 23° 50' 42" | 68° 10' 15" | 2400 |
| Antofagasta (puerto). | 12° 01' 5" | 23° 38' 39"3 | 70° 24' 39"15 | « |
| San Pedro de Atacama | 11° 07' | 22° 58' 7"3 | 68° 14' 53" 2 | 2420 |

## RUMBOS MAGNÉTICOS

El uso de los azimutes magnéticos, á pesar de la poca exactitud de las lecturas, las variaciones imprevistas, las perturbaciones locales y tantas otras causas de error, son siempre útiles y prestan opor-

tunos servicios al viajero y al explorador minero sobre todo, que usa siempre la brújula como único medio de guía y orientación.

Del siguiente cuadro se podrá aprovechar un gran número de direcciones magnéticas, habiéndose escojido para formarlo aquellos puntos ó lugares poblados ó de minas que más interesan al minero ú otros que por el vasto horizonte que abrazan, ofrecen ventajosos puntos de mira y orientación. Si lleva consigo el viajero el mapa, se ahorrará este trabajo, pero á falta de él, bastará llevar en cartera los datos que contiene este escrito.

No se figuran en el mismo cuadro la latitud, longitud y altura porque en los cuadros correspondientes se encuentran ya expresados estos elementos.

ESTACIÓN EN EL OBISPO (CERRO DE LA COSTA INMEDIATO AL PUERTO OBISPITO)

| | | |
|---|---|---|
| Moradito (lindero)..... | S. 55° | E. |
| Ánimas (de Chañaral) id..... | N. 40° | E. |
| Cerro Negro (de Cabeza de Vaca) id..... | S. 6°¼ | E. |
| Doña Inés..... | N. 54°¼ | E. |
| Paso Malo (Chañaral) id..... | N. 7° | O. |

ESTACIÓN EN PASO MALO

| | | |
|---|---|---|
| Ánimas (lindero)..... | S. 64° | E. |
| Minillas id..... | N. 18°¼ | E. |
| Pan de Azúcar (isla)..... | N. 25°½ | O. |
| Obispo (lindero)..... | S. 1°¼ | E. |

ESTACIÓN EN MINILLAS

| | | |
|---|---|---|
| Paso Malo (cumbre lindero)..... | S. 18°¼ | O. |
| Portezuelos Blancos (Quebrada Chañaral)..... | S. 3°½ | E. |
| Esmeralda (lindero)..... | N. 36°¾ | O. |
| Florida (lindero)..... | S. 70°½ | O. |
| Bombas (lindero)..... | N. 18°¼ | O. |

ESTACIÓN EN CERROS DE LAS VACAS (FRENTE Á MONTE AMARGO)

| | | |
|---|---|---|
| Tia Ramos (cerro lindero) | N. 72° | E. |
| Roco (cerro lindero) | N. 28° | E. |

ESTACIÓN EN ALGARROBO (CALDERA, LINDERO)

| | | |
|---|---|---|
| Ustaris (lindero) | S. 70° | E. |
| Morado id | N. 25° | E. |

ESTACIÓN EN EL TOCO (CERRITO DE LA CASUALIDAD)

| | | |
|---|---|---|
| Centinela de Caracoles (lindero) | S. 37°¾ | E. |
| Limón Verde (lindero) | S. 46°¼ | E. |
| Inca, de Calama | S. 83° | E. |

ESTACIÓN BALLENA

| | | |
|---|---|---|
| Refresco (estanque de la Estación) | S. 55° | O. |
| Catalina del Sur (Chimenea) | S. 5°¼ | O. |
| Pique Germania | S. 58°¾ | E. |
| Máquina Beneficiadora de Cachinal | N. 34° | E. |
| Oficina Lautaro | S. 66° | E. |

ESTACIÓN CERRO PEDREGOSO (LLANO)

| | | |
|---|---|---|
| Cerro Solitario (lindero) | S. 30°¾ | E. |
| Sierra Gorda (id) | S. 58°¾ | E. |
| Limón Verde (id) | S. 87° | E. |
| Pan de Azúcar (Guacate) | N. 74°½ | E. |
| Calama | N. 68° | E. |
| Cerro Colupo (lindero) | S. 69° | O. |
| Cerro Ramaditas (id) | S. 64°½ | O. |

ESTACIÓN COIPA (LINDERO)

| | | |
|---|---|---|
| Tronquitos, lindero | S. 9° | O. |
| Pingo, id | S. 88°¾ | O. |

| | | |
|---|---|---|
| San Andrés, id | S. 63°½ | O. |
| Tres Cruces | S. 67° | E. |
| Nevado de Jotabeche | S. 13° | E. |
| Monte Pissis | S. 78°¼ | E. |
| Volcán Copiapó | S. 22° | E. |

ESTACIÓN BARRANCA: SAN BARTOLO

| | | |
|---|---|---|
| Quimal (lindero) | S. 37° | O. |
| Licancaur | S. 84° | E. |
| Socompa | S. 11° | E. |
| Chúschul (lindero) | N. 85° | O. |

CERRO BLANCO (CUMBRE DE LA PLATA)

| | | |
|---|---|---|
| Morro Chañarcillo (lindero) | N. 45° | O. |
| Leones (id) | N. 35° | E. |
| Calquis (id) | N. 28° | E. |
| Potro | S. 60° | E. |
| Antibillaco | S. 58° | E. |
| Punta Áspera de la Rosilla | S. 20° | O. |
| Punta de Potrerillos | S. 50° | O. |

ALTO DE PAJONALES (CHAÑARCILLO)

| | | |
|---|---|---|
| Mina Castillo | N. 85° | O. |
| Punta de Bayo Grande (lindero) | S. 70° | O. |
| Punta Picanas | S. 10° | E. |

ESTACIÓN CERRO DE LA MINA «RESTAURADORA»

| | | |
|---|---|---|
| Lindero en Chicharras | N. 4° | E. |
| » Normilla (lindero) | | O. |
| Punta N. de Hornillos (id) | S. 70° | E. |
| Cumbre Piñuno | S. 20° | O. |
| Lindero de Cerro de Fritis | S. 40° | E. |
| Cumbre de Loma Grande | S. 30° | E. |
| Certo Tajado | N. 15° | E. |

### ESTACIÓN EN CUMBRE DEL VOLCÁN ALUMBRERA

*(Altiplanicie de Antofagasta de la Sierra)*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lindero de cerro Oiré | S. | 77°¼ | O. |
| Lindero cumbre Mojones | N. | 12°½ | O. |
| Cumbre Curuto (lindero) | S. | 16° | E. |
| Cumbre de Peñón (cordillera anticlinal) | S. | 60° | E. |
| Lindero Laguna Blanca (cordillera anticlinal) | S. | 46° | E. |
| Lindero cerro Robledo | S. | 21°¼ | O. |
| Cerro San Buenaventura | S. | 31°½ | O. |

### ESTACIÓN EN LINDERO GARÍN

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lindero cerro de Ustaris | N. | 78°½ | O. |
| Id. id. Cachiyuyo | N. | 38° | O. |
| Id. Tres Puntas | N. | 23°½ | O. |
| Id. Fraga | N. | 1° | E. |
| Id. Ternera | N. | 43°½ | E. |
| Id. Leones | S. | 17° | E. |
| Id. Carrizalillo | S. | 8°¼ | E. |
| Id. Cerro Buenos Aires | S. | 16°½ | O. |
| Id. Morro Chañarcillo | S. | 33°½ | O. |
| Id. Checo | S. | 37°¼ | O. |
| Id. Potrerillo | S. | 52°¼ | O. |
| Id. Jesús María | S. | 66°¼ | O. |

### ESTACIÓN EN TRES CHAÑARES (MINA DESCUBRIDORA)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lindero Calquis | N. | 62° | O. |
| Id. Vizcacha | S. | 54°½ | O. |
| Id. Estancilla | S. | 12° | E. |

### ESTACIÓN EN LAGUNILLA (CORDILLERA DEL NEVADO)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lindero Cadillal | S. | 73°¾ | O. |
| Nevado de Jotabeche | N. | 53° | O. |
| Dos Hermanas | N. | 13° | E. |

ESTACIÓN EN USTARIS (COPIAPÓ)

| | | |
|---|---|---|
| Lindero Morado | N. 42°¼ O. |
| Id. Galleguillos | N. 41°½ O. |
| Id. Chamonate | S. 72°¼ O. |
| Id. Cachiyuyo de Oro | N. 44°¼ E. |
| Id. Jesús María | S. 14°½ E. |
| Id. San Juan | N. 32° O. |

ESTACIÓN EN BOTIJUELAS (CORDILLERA DE ANTOFALLA)

| | |
|---|---|
| Lindero de Achi | S. 85° E |
| Cerro Nevado de Colorados | S. 35° O. |
| Cerro Peinado | S. |
| Cerro de San Francisco | S. 8° O. |

---

Los siguientes azimutes han sido tomados con teodolito:

ESTACIÓN EN MÁQUINA ATACAMA

| | |
|---|---|
| Lindero cerro Vicuña | 28° 4'20" |
| Id. id. Pingo | 41°58'40" |
| Farellón junto á punta sierra San Andrés | 52°38'00" |
| Lindero sierra Fraga | 65°40'00" |
| Id. id. Ternera | 123°23'00" |
| Morro sur de Puquios | 137° 4'00" |
| Aguada Buena Esperanza del Chimbero | 12°58'20" |
| Morro Chico de Cachiyuyo | 353°26'00" |
| Id. Alto de Cachiyuyo | 305°13'00" |
| Punta alta corrida de Varas | 344°30'00" |
| Abra frente á Vicuña | 26°56'00" |
| Punta alta al E. de portezuelo Llampos | 205°20'20" |
| Id. culminante de cerro Dulcinea | 183°21'40" |
| Id. id. hacia el E. corrida Dulcinea | 147°37'00" |

ESTACIÓN EN CERRO FLORIDA, AL SUR

| | | |
|---|---|---|
| Lindero | cerro al N. de la Florida | 13°45'00" |
| Id. | en morro blanquizco, detrás cerro Negro | 316°58'20" |
| Id. | mal alto en sierra Carmen | 164°23'20" |
| Id. | N. de corrida Tres Gracias | 110°57'00" |
| Id. | en el llano al N. del anterior | 56°31'20" |
| Bandera | N. O. de Cerro Negro | 32°14'20" |

ESTACIÓN EN LINDERO N. DE TRES GRACIAS

| | | |
|---|---|---|
| Lindero | cerro N. de la Florida | 309°00'00" |
| Id. | id. S. id. id | 291°15'00" |
| Id. | más alto en sierra Carmen | 244°40'00" |
| Id. | cerro Santo Domingo | 171°45'00" |

ESTACIÓN EN TRES GRACIAS

| | |
|---|---|
| Doña Inés | 55° 4'40" |
| Indio muerto | 71°46'20" |
| Vicuña | 100°30'20" |
| Peineta (cono plomo) | 123°59'00" |
| Id. (cono pronunciado) | 128°53'00" |

ESTACIÓN CERRO SAN JOSÉ DE TRES PUNTAS

| | |
|---|---|
| Aguada de la Buena Esperanza | 103°52'20" |
| Chimenea de la Buena Esperanza | 138°35'20" |
| Lindero morro alto de Cachiyuyo | 157° 7'00" |
| Mina Andacollo (puerta del medio) | 165° 9'40" |
| Lindero de Cachiyuyo, de gran triangulación | 177° 9'40" |
| Punta cerro Ojancos | 191°40'00" |
| Cerro del Chivato | 312°57'40" |

ESTACIÓN EN CUEVITAS, CERRO VOLCÁN COPIAPÓ

| | | |
|---|---|---|
| Lindero | cerro Tronquitos | 280°28'20" |
| Id. | id. Salitrosa de San Miguel | 203° 5'40" |

| | |
|---|---|
| Punta cerro del Azufre | 90°59'20" |
| Pastillitos | 46°41'00" |

ESTACIÓN EN CUESTA DE MARICUNGA

| | |
|---|---|
| Lindero cerro Huanaca | 300°28'20" |
| Id. id. Colorados | 52°35'00" |
| Id. id. Pastillos | 100°43'40" |

ESTACIÓN EN CERRILLO DE SIBERIA (CAURCHARI)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Lindero Pocitas | S. | 3° | E. |
| Id. Pastos Grandes | S. | 13°¾ | E. |
| Cumbre culminante de Pastos Grandes | S. | 19° | E. |
| Cumbre al N. E. del anterior | S. | 34°¾ | E. |
| San Antonio de los Cobres | S. | 65°½ | E. |
| Punta más oriental del gran cordón Nevado | N. | 1°¼ | E. |
| Id. Coyaguaimas | N. | | |
| Abra del Toro | N. | 2° | O. |
| Punta de Olaroz | N. | 9° | E. |

ESTACIÓN, CUMBRE DEL PROFETA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Llullaiyaco | N. | 80° | E. |
| Punta del Viento | S. | 20° | E. |
| Puntilla Sierra Áspera | S. | 28° | O. |
| Cerro de Aguas Blancas | N. | 45° | O. |

---

## 13.—ENLACE DEL MAPA DEL DESIERTO CON LA CARTA GENERAL DE LA REPÚBLICA

No ha sido posible procurarse los elementos necesarios para ligar estos trabajos con los de la gran carta geográfica de Chile del señor Pissis.

En operaciones de esta naturaleza los datos de construcción son indispensables, y sin tales elementos científicos para la verificación é indagación de los puntos, nada se puede comprobar. Tampoco han quedado las señales materiales en el terreno.

Si no obstante, las hojas de ese mapa hubieran sido esmeradamente construídas, siempre servirían para los fines de comprobación y referencia requeridos, pero es por desgracia evidente que la gran carta del señor Pissis ha sido desfigurada, sea por los dibujantes ó sea por los litógrafos, pues los cálculos del ilustre geólogo y geográfo que hay razón para suponer perfectos ó exactos, no concuerdan con las indicaciones figuradas en el papel, sucediendo así que entre las indicaciones del mapa, para la situación geográfica de los puntos y los resultados de cálculo en sus registros ó cuadros de latitudes y longitudes, se descubren notables y chocantes contrariedades.

Tómense al acaso los puntos más cercanos á la ciudad de Copiapó.

| NOMBRES | COORDENADAS DE PISSIS | | COORDENADAS DE LA COM. ESPL. | |
|---|---|---|---|---|
| | LATITUDES | LONGITUDES | LATITUDES | LONGITUDES |
| Copiapó (plaza de Armas)..... | 27° 22' 30" | 70° 22' 20" 5 | 27° 22' 16" 00 | 70° 19' 59" 00 |
| Jesús María (cumbre)..... ..... | | | 27° 27' 08" 98 | 70° 24' 14" 39 |
| Pintadas (id.)..... | 27° 36' 53" 90 | 70° 29' 14" 00 | 27° 32' 54" 61 | 70° 22' 54" 21 |
| Checo (id.)..... | 27° 30' 31" 30 | 70° 10' 58" 00 | 27° 31' 01" 10 | 70° 05' 58" 86 |
| Morro de Chañarcillo (id.)..... | 27° 44' 47" 70 | 70° 27' 35" 00 | 27° 45' 14" 89 | 70° 20' 44" 60 |
| Ternera (id.)..... | 27° 12' 58" 00 | 69° 45' 21" 00 | 27° 16' 21" 12 | 69° 44' 02" 30 |
| Punta Plata de Cerro Blanco (id.)..... | 28° 01' 25" 20 | 70° 13' 52" 00 | 28° 01' 52" 00 | 70° 07' 42" 42 |

Se observa en este cuadro que las latitudes de Pissis, son todas, á excepción de las de Copiapó y Pintadas, inferiores á las nuestras, afectadas de errores por defecto, al paso que las longitudes del mismo, al contrario, están excedidas ó afectadas de errores por exceso sobre las de la Comisión Exploradora.

Las aproximaciones satisfactorias que resultan para algunos de los puntos señalados no se comprueban, como dejamos dicho al principio, para las coordenadas del señor Pissis, con las indicaciones gráficas de las mismas en el mapa.

Deduciendo las diferencias que resultan del anterior cuadro, aparecen éstas como siguen:

| NOMBRES | DIFERENCIAS | |
|---|---|---|
| | EN LATITUD | EN LONGITUD |
| Copiapó (plaza de Armas,..... | + 0° 00' 14" 00 | 0° 02' 21" 50 |
| Jesus María..... | | |
| Pintadas..... | + 0° 03' 59" 29 | 0° 06' 19" 79 |
| Checo..... | – 0° 00' 29" 80 | 0° 04' 49" 14 |
| Morro de Chañarcillo..... | – 0° 00' 27" 19 | 0° 06' 50" 40 |
| Ternera..... | – 0° 03' 23" 12 | 0° 01' 18" 70 |
| Punta Plata de Cerro Blanco.... | – 0° 00' 26" 80 | 0° 06' 19" 79 |

Tomando ahora las distancias correspondientes sobre el mapa resultan las siguientes inaceptables discordancias:

| NOMBRES | DISTANCIAS PISSIS | DISTANCIAS COM. ESPL. | DIFERENCIAS |
|---|---|---|---|
| | METROS | METROS | METROS |
| Copiapó á Pintadas..... | 29,375 | 21,117 | 8,258 |
| Pintadas á Checo..... | 32,125 | 28,169 | 3,956 |
| Jesús María á Checo..... | 34,375 | 31,000 | 3,375 |
| Jesús María á Pintadas..... | 21,750 | 10,876 | 10,874 |
| Pintadas á Morro de Chañarcillo. | 14,625 | 23,060 | 8,435 |

Se observa que todas las distancias de Pissis están excedidas, menos las dos últimas, lo que parece resultar de un error tipográfico que ha cambiado los nombres de dos puntos, invirtiéndolos, pero aún cuando así desaparece la enormidad, siempre subsisten para los mismos puntos los chocantes errores que afectan á los demás.

Estableciendo estas comparaciones para otros lugares más distantes de Copiapó al norte, los errores son aún mucho más conside-

rables, llegando muy á menudo á 10, 20, 50 y más quilómetros de magnitud; pero como no se trataba sino de ligar un mapa con otro por el extremo sur, no se considera de interés ni necesidad el consignar las demostraciones de tales diferencias, bastando con lo dicho para evitar que en lo futuro se reproduzcan tales enormes errores y conocer de que debe prescindirse en absoluto de consultar una carta en que todo está desfigurado, tanto los grandes rasgos geográficos como los de detalle.

---

## 14—TRAZADO DEL MAPA

En la necesidad de que las extensiones de la superficie del globo que se desea figurar en el papel, no sufran alteración en cuanto sea posible, ni en los ángulos, ni en las dimensiones lineales ni en el área comprendida, buscando al efecto el medio de hacer desarrollable la forma esférica como se desarrolla un cono ó un cilindro, se ha consultado, entre los numerosos medios de proyección imaginados por los geógrafos, aquel que más conviniera á esas necesarias condiciones, procurando á la vez atender al objeto, á la naturaleza y á los usos para los cuales el mapa en cuestión está destinado.

El mapa geográfico del desierto y cordilleras de Atacama, encerrando la extensión de superficie terrestre comprendida entre los paralelos de 21° 30' á 28° 30' S., queda dentro de las alturas meridionales donde sin inconveniente se puede representar un cuadrilátero cualquiera del esferoide terrestre por un paralelógramo rectilíneo equivalente, sin alterar sensiblemente ni las superficies, ni las direcciones, ni las distancias.

Entre los diversos sistemas de proyección conducentes á este fin, que es el conveniente á una carta destinada á usos prácticos é industriales, á guía de viajeros y exploraciones mineras, á usos vulgares á la vez que á indagaciones científicas, el de las cartas reducidas de Mercator ó del cilindro recto de Lambert que reproducen las coordenadas geográficas en latitud y longitud por medio de rectas perpendiculares entre sí, son las que mejor responden á tales fines.

Las proyecciones cilíndricas, aún cuando no tienen como las có-

nicas la ventaja de figurar las distancias medidas sobre los paralelos en su verdadera magnitud con relación á sus respectivas latitudes, ofrecen no obstante, el medio de guardar la exactitud de las longitudes en el paralelo medio sirviéndose del cilindro secante en este círculo, dando lugar á muy poca desfiguración en las longitudes extremas de una carta como la presente, que teniendo su media en 25° sólo se extiende hasta 4° hacia sus extremos N. y S.

En cambio, las distancias contadas sobre el meridiano, guardan su verdadera magnitud, igualándose la proyección con el desarrollo del arco correspondiente en la esfera; correspondiendo así para cada grado en longitud, en función del radio del paralelo y del coseno de su latitud, el valor

$$\frac{2\,\pi\,a'\cos.\,l}{360}$$

En consecuencia, tomando 100.925 metros por valor del grado de paralelo medio en 25° de latitud, la magnitud del minuto de longitud corresponde á 1682 metros constante, al paso que la del minuto de latitud poco ó nada se aparta de 1846 metros.

En la escala adoptada de $\frac{1}{250000}$, las dimensiones están así representadas por $7.384^{mm}$ milímetros para el minuto de meridiano y $6.728^{mm}$ milímetros para el minuto de paralelo, y para facilitar el uso general de la carta, se figura en el margen la doble escala geográficá y kilométrica, á razón esta última, de 4 milímetros por kilómetro.

Así graduado el papel del mapa, se han trazado sobre él por sus coordenadas geográficas todos los puntos de la triangulación, y por intercesión todos los demás que completan la triangulación haciendo en total más de mil puntos fijados con precisión ó con satisfactoria exactitud.

La escala de $\frac{1}{250000}$ necesaria para aprovechar los detalles que en escala menor no figurarían, da al mapa una magnitud demasiado grande para el uso común, y aún reduciéndola en una mitad, á $\frac{1}{500000}$, todavía no se prestaría cómodamente al uso portátil en cuya forma está destinado á servir á los viajeros y mineros.

No tanto por la extensión en latitud que abraza, 6°30', sino también por la que abraza en longitud, entre los meridianos 66°33 á 71° próximamente, casi tres veces el ancho medio de Chile central y meridional, la dimensión más cómoda para el viajero será la de $\frac{1}{1000000}$.

Dentro de tales líneas, el mapa tiene, como se comprende, para la escala de $\frac{1}{250000}$, casi 3 metros de largo por 2 de ancho; para la de $\frac{1}{500000}$ $1.50^m \times 1^m$ y para la de $\frac{1}{1000000}$ corresponde $0.75 \times 0.50$.

Será conveniente conservar la primera edición grande en la oficina, para consultas y futuras agregaciones; la del tamaño medio se haría litografiar para el uso general y la menor acompañaría á un opúsculo cuyo título de *Guía del cateador en el Desierto y cordilleras de Atacama* explica suficientemente su objeto.

---

## 15.—CONTORNOS GEOLÓGICOS

Á la costa marítima un cordón de rocas sieníticas y dioritas, y en parte formación esquistosa; por el límite oriental, las cordilleras con sus traquitas y sus lavas de moderna época; y en el eje central rocas cristalinas extratificadas ó eruptivas y faldas cubiertas á trechos y como exporádicamente por corridas de formaciones de sedimentación calcárea de la época del lías, accidentadas ó más bien alternadas éstas con rocas verdes diabásicas, augíticas ó serpentinosas: tal es, en el gran conjunto, la composición general geológica en la zona que cubre el territorio del desierto y cordilleras de Atacama.

La relación entre las grietas ó filones y las corrientes de rocas eruptivas, inducen con fuerza á sospechar la conexión entre éstos y aquéllos, atribuyendo á las vetas un origen contemporáneo ó un resultado directo de las fuerzas volcánicas ó de las dislocaciones que resultaron de sus erupciones producidas según sistemas de líneas paralelas al meridiano.

Si mientras el continente Sud-americano ofrecía el aspecto de un mero archipiélago de islas graníticas prolongadas de N. á S., bordeadas en sus contornos por los sedimentos calcáreos, las fuerzas interiores del planeta frágil que habitamos, pugnaban brusca ó len

tamente por solevantar la cáscara terrestre desde el fondo del océano, las tierras emergentes debieron de sufrir por varias veces las alternativas de exposición al aire ó sepultación en los abismos oceánicos, haciendo así alternar con los sedimentos del lías las extrañas formaciones en que las *psamitas* ó areniscas de diversas coloraciones y estructuras, alternan á su vez con la extraordinaria formación del terreno metamórfico de conglomerados y pórfidos.

Pero estos movimientos de la época del génesis planetario, se operaban en sentido de N. á S. y según esta dirección se agrietaba el terreno y preparaba la época de la condensación ó depósito de las materias minerales.

Por qué éstas se han abierto dentro de los sedimentos calcáreos con preferencia y por qué en estos mismos, á su vez, han venido las rocas diabásicas y augíticas á provocar las ricas y poderosas condensaciones de plata en sus variados compuestos mineralógicos, es cuestión de alta geognosia, cuya discusión no cabe en este lugar, pero se impone á la curiosidad científica y viene al caso por la íntima relación con la especialidad geográfica que trata de los contornos geológicos del mapa.

Véase sino cómo las playas y fondos del mar liásicos emergidos, se ven distribuídos en el desierto, ofreciendo sobre el fondo oscuro del terreno que los rodea, quizá el mismísimo aspecto que ofrecieron primitivamente, destacándose como aves marinas de brillante blancura sobre el azul verdoso de los océanos primitivos. Y buscando las alineaciones á que obedecen, tomemos unos pocos grados al E. del N. magnético y nos encontraremos en el trayecto en cuantas islas abordemos, siguiendo sin interrupción el mismo arrumbamiento, con otros tantos centros de opulencia, como Chañarcillo, Ladrillos, Tres Puntas, Cachinal y Caracoles.

Tomemos otra zona más al O., y en la dirección del meridiano astronómico daremos, donde quiera que un islote calizo se muestre en esa línea recta, con la Florida, que produjo millones en un simple peñasco de formación calcárea, y en seguida la reciente Esmeralda y después Gritón, donde termina la serie para ir á reaparecer otra vez opulenta también en Guantajaya.

Buscando también las zonas geológicas que están en relación con

la producción del cobre, se encuentra asimismo la íntima conexión de los depósitos de este metal con el cordón montañoso que bordea las orillas del Pacífico, abriendo sus criaderos en la diorita ó en el granito que corona las cumbres, desparramándose el mineral por sus planos y por do quiera en sus diversas modificaciones, pero siempre dentro de un paralelismo constante con la dirección de las grandes líneas orográficas de rocas eruptivas.

Esto determina hechos característicos que la representación geográfica pone de manifiesto, despertando el interés del estudio y de la deducción de las leyes importantes á que obedecen.

Por ejemplo, la serie de los depósitos de hierro especular cobrizo en mantos, placeres y rebosaderos, que parecen preceder á toda formación estratificada paleozoica corresponde al pie oriental de la cadena de la costa y se ven distribuídos según una línea que arranca de Astillas en el departamento de Freirina y sigue según una zona que abraza como 30 kilómetros de ancho con rumbo al N. magnético, encerrando dentro de sus términos ó límites los grandes rebosaderos y filones ferruginosos de Castillo, Restauradora y Chañarcillito; San José, Lechuzas y Galleguillos; Ema, Salitrosa, Salado, California, Limbo y Tres Gracias; Cerro Negro, Carrizalillo, Arenillas y Colmo; se prolonga más adelante esta misma zona en dirección siempre constante y coincidiendo con la región salitrera hasta reaparecer en Sierra Gorda de Antofagasta, desaparece otra vez dejando el campo al dominio exclusivo de las pampas calicheras hasta allende el Loa.

Los criaderos en formas de grandes filones, de donde procede la producción cobrera de Chile obedecen también á arrumbamientos definidos siguiendo las cumbres y contrafuertes de ambos lados de la cordillera marítima.

Allí están Carrizal Bajo, Quebrada Seca, Algarrobo y el Morado al N. E. de Caldera; Las Animas en Chañaral; Canchas en Taltal; Paposo, El Cobre, Cerro Gordo y toda la serie de minas que sigue hacia Cobija y continúa hasta Tocopilla.

¿Y las minas de plomo argentífero, galenas ó carbonatos obedecen á distinta manera de distribución que la de los criaderos de las especies puras de plata? Hé aquí que en el curso demostrado por el

mapa para las importantes minas de La Galena en Carrizal y Caballo Muerto en Chañaral, la línea que las une aparece como el límite occidental, de otra zona que se extiende desde esa línea hacia las faldas de los Andes comprendiendo en su centro otra corrida notable señalada por las minas más características del Pingo, Juncal, Ceniza, Árbol, etc.

Acercándonos al moderno período de erupciones volcánicas ¿qué minerales parecen haber surgido en conexión con este gran fenómeno geolójico? Todavía las líneas de distribución minera del mapa señalan los cobres grises argentíferos y auríferos de Cerro Blanco y La Coipa.

Y por fin, si en vez de buscar la distribución de los minerales según su naturaleza mineralógica, se persigue la relación de estos con ciertos panizos ó rocas de determinada composición como las felsitas, los pórfidos cuarcíferos; ó si se sospecha que cierta forma de criaderos obedece también á ciertas leyes de distribución ¿cómo describirlo?

Veamos todavía en el mapa una indicación que guie en la investigación, y á la vez consultemos las colecciones que están en relación con esas indicaciones y se encontrará por ejemplo: mina «Amodanas»: en el contacto de la formación calcárea con las psamitas ferruginosas criadero de cobre acerado salpicado en un gran dike de pórfido cuarcífero; igual formación á 75 kilómetros más adelante en Río Figueroa y un tercer caso análogo en las del Azufre ó vía de Copiapó á 30 kilómetros más adelante todavía y en la misma línea de los dos primeros.

También hay puntos de una interesante formación carbonífera conocida hasta ahora en dos puntos del desierto, y cuya disposición ligándose estas localidades con otras análogas de la República Arjentina darán puntos de relación del mayor interés científico. En efecto, las formaciones carboníferas de la Ternera i de Amolanas, de gran celebridad é interés para nosotros esta última por haber sido visitada por el ilustre Darwin, equivalen al parecer, punto por punto á las de Rioja, San Juan y Mendoza, bien caracterizadas como pertenecientes á la formación rhética.

Así, los trabajos geográficos combinados con la indagación minera

y el estudio geológico, inician en el descubrimiento de ciertas vaguedades sobre la manera de existencia de los minerales, que prometen, con más atentas y multiplicadas ocasiones de observación, llegará á resolverse en realidades que importarían acierto y más segura retribución en esta oscura, difícil y penosísima ciencia del minero que indaga con sagacidad penetrante i busca sin tregua los indispensables metales en que tiene su origen todo el progreso material del mundo.

Es sabido cuantas dificultades se oponen á la determinación siquiera aproximada de los contornos geológicos de un territorio, y cuanta sagaz y minuciosa investigación, tiempo y fatiga exigen semejantes estudios.

No es posible, por lo tanto, prometer gran cosa á este respecto en nuestro mapa, pero á lo menos todo en ello será nuevo, y sino exacto en los detalles, será fiel y verdadero en los grandes rasgos.

---

## 16.—SISTEMAS OROGRÁFICOS

Mr. Pissis ha atribuído importancia práctica á la teoría de Mr. Elie de Beaumont que define la dirección de un sistema montañoso como equivalente á la dirección del gran círculo máximo que mejor coincide en situación y orientación, con el promedio de los accidentes paralelos cuyo conjunto constituye el sistema.

Este círculo queda determinado por la latitud y por el ángulo que hace en un lugar dado, el círculo máximo con el meridiano del mismo lugar.

Pero el geólogo que tanto ha estudiado la orografía andina, ha podido incurrir en los errores consiguientes al desconocimiento de la verdadera dirección de los ejes de montañas en la parte más com plicada y extensa del desierto atacameño y altiplanicies inmediatas donde el rigor de las direcciones de un mismo cordón sufre interrupciones y cambios bruscos; así como también sucede que en sistemas de una misma orientación hay diferencias muy marcadas en sus respectivas edades geológicas.

Si se admite que la costra terrestre ha sido de composición regu-

larmente homogénea, la idea de sus dislocaciones y rupturas, según contornos geométricos como el de un polígono pentagonal, se impone sin gran resistencia al espíritu.

Pero, en cuanto á los rasgos más prominentes de la orografía andina en la región atacameña, sería necesario apelar á concesiones muy convencionales y poco aceptables para hacerlos coincidir con los lados de un polígono regular.

Aún cuando la aplicación de la ingeniosa teoría del gran geólogo francés encuentra, en cuanto á su aplicación á la corrida de las vetas metálicas algunas coincidencias interesantes, no las aceptamos como razones bastantes para generalizar, y por nuestra parte, renunciamos á la tentación de aplicar la bella teoría á los relieves orográficos de nuestro mapa, prefiriendo dejarnos la libertad de deducir lo que las líneas por sí solas puedan revelar.

Aún cuando no corresponda á este lugar ni sea todavía oportunidad de describir el sistema orográfico del desierto y cordilleras, es, sin embargo, aquí donde corresponde hacer la clasificación necesaria de algunos grandes rasgos geográficos que necesitan nombres de que carecen y deben llevarlos para la clara inteligencia de las descripciones y teorías á que pueden dar lugar.

Á la altura del gran cerro del «Potro,» en latitud S. 28°18'30" y longitud 69°40'41", potente macizo de nieves perpetuas adherido como colosal clavícula al esqueleto montañoso de la línea anticlinal de los Andes, sigue según la alineación general de la gran cordillera, un cordón altísimo también, pero que por su origen, su composición geológica y sus caracteres orográficos no corresponde á la real cordillera andina.

Esta principia desde aquí á dirijirse hacia el N. E. hasta el gran macizo de «San Francisco» en latitud de 27°03'34" y longitud de 68°18'35"6, sirviendo como vértice ó tronco de dos inmensos brazos, extendido el uno hacia el O. en busca del rumbo y locación de la abandonada gran cordillera real y lanzado el otro hacia el E. para formar por ese lado el borde oriental de la extensa altiplanicie atacameña hasta el cerro de «Granadas» en latitud de 22°41'22" y longitud de 66°35'50".

En el largo curso de esta distancia, ha dado lugar al nacimiento

de las infinitas corrientes que bajan hacia las pampas argentinas y la inmensa cuenca del Plata, determinando con las líneas de su espina dorsal el límite de aquella república por el O.

Volviendo al punto de partida, el Potro, la cadena de montañas que arranca en la dirección correspondiente á los Andes del sur, se abre en dos, corriendo por el fondo sinclinal de la intersección de sus vertientes opuestas el rio de Copiapó, y en la confluencia de sus dos principales tributarios, el Jorquera y el Pulido, se levanta apoyándose al Potro por intermedio del «Montosa», la cumbre de la «Estancilla», seguida al norte por «Mulas», «Cadillal», «Nevado», «Paredones», «Monardes» y «Tronquitos».

Tal es el primer eslabón de la cadena montañosa que á la altura del Potro se sustituye á los Andes en su prolongación; hay entre sus paralelos extremos de latitud la distancia de 120 kilómetros; mi de su curso 165 kilómetros de largo y proponemos que lleve el nombre de *Cordillera Darwin* en honor del eminente naturalista que primero la ilustró con las profundas observaciones de su vasta sabiduría.

En Tronquitos, extremo Norte de la cordillera Darwin, como queda explicado, algún gran accidente que varias veces se reprodujo en diferentes grados de intensidad durante la época del génesis andino produjo una dislocación del eje montañoso resbalándolo un poco hacia el oriente, para empezar de nuevo su curso normal esta cadena de altos cerros, arrancando de nuevo en el macizo de Pastillitos ó más bien en la elegante cumbre cónica del Volcán Copiapó.

En esta nueva prolongación de la cadena montañosa que hemos visto surgir en el Potro, nos encontramos con otro gran detalle de la orografía andina que forma como el primer escalón ó grada de ascenso á la vasta altiplanicie y que necesita también llevar un digno nombre que lo defina y caracterice.

El sabio que primero enseñó la mineralogía en Sud-América iniciándonos á la vez en los rudimentos de la ciencia geológica que él dedujo de aquellas mismas cordilleras, y que durante cuarenta años de sacerdocio científico se consagró exclusivamente á Chile, es el que debe subsistir para siempre recordado en aquel rasgo notable de la geografía patria que proponemos llamar *Cordillera Domeyko.*

Su situación queda determinada por el *Volcán Copiapó* en latitud 27°19'02"4, por longitud de 69°08'35"58, y el cerro del *Quimal*, que bruscamente la termina sobre la llanura que bordea por el oeste la gran salina de Atacama en latitud 23°9'0"6 y longitud 68°43'19"8, recorriendo así en su curso por las cumbres intermedias de *Maricunga*, *Codocedo*, *Cerro Bravo*, *Doña Inés*, *Bolsón*, *Chaco*, *Los Sapos*, *Varas* é *Imilac*, 550 kilómetros de distancia.

Otros sabios extranjeros á quienes la gratitud nacional y la ciencia universal están obligados por sus trabajos en aquellas mismas cordilleras y desiertos, deben también quedar allí perpetuados con sus ilustres nombres.

*Altiplanicie Philippi* llamamos á la región que el director de nuestro Museo Nacional ilustró con los estudios de su científica especialidad y reprodujo con los dibujos tan exactos de la característica fisonomía de aquella solemne naturaleza. Corre esta alta llanura entre la cordillera Domeyko y la cordillera Real de los Andes, limitando al S. por el borde que la separa del salar de Infieles y hacia el N. por la salina de Atacama.

*Cordillera D'Orbigny* es el gran lazo de unión, que cerrando por el norte toda la región atacameña liga la cordillera Real desde el Licancaur con la cordillera oriental en el cerro de Granadas.

*Cordillera Claudio Gay*, es el trecho de cordón montañoso que corre en los 95 kilómetros de largo que corresponden á la interrupción de la cordillera Real entre los picos de Tres Cruces y Juncalito.

*Sierra de Gorbea*, en nombre del insigne matemático que primero enseñó la mecánica razonada en Chile, es un cordón transversal que establece, la interrupción más pronunciada que se interpone en la continuidad de la altiplanicie occidental atacameña.

*Monte Pissis*, en recuerdo y honor del geógrafo y geólogo que tantas veces hemos debido nombrar, es una potente montaña que determina un punto notable de la cordillera Real en el límite argentino, sin nombre hasta ahora determinado y que se encumbra terminando en cúspide de forma cuadrangular en el paralelo de 27° 45' 20" y longitud 68° 41' 17".

*Volcán Wheelwright* en latitud 26°49'14"8 y longitud 68°44'44"5, en el mismo trayecto por donde los ingenieros que obedecían á sus

infatigables ideas de proyecto trazaron el primer bosquejo de un ferrocarril trasandino.

Entre los geógrafos nacionales y escritores que han trabajado en la difusión de los estudios de la geografía patria, el nombre ilustre de don José Victorino Lastarria, autor de un texto en que han aprendido las generaciones, debe quedar para siempre esculpido en alguna de las cumbres humeantes de esos Andes que él describió con magistral maestría y que parecen señalar desde lo alto los derroteros que el ardoroso minero–abogado buscó en persecución de noble ideal y generosos fines.

*Volcán Lastarria*, en la cordillera Real, latitud 25°04'12"3 y longitud 68°31'18"15.

El historiador profundo y concienzudo, bibliófilo y sabio enciclopedista á quien la instrucción pública de Chile debe entre tantas otras obras, un estimable tratado sobre Geografía Física, será igualmente recordado por la posteridad en la *Sierra de Barros Arana*, continuación de la interrumpida cordillera Domeyko al Norte del Quimal, cordón de montañas que limita y separa la cuenca del río San Bartolo en la meseta atacameña, de la del Salado, afluente del Loa.

La Sierra Barros Arana, levantándose insensiblemente sobre la planicie del *Bordo de Atacama*, gira al N. E. hasta entroncar con la cordillera Real sobre los flancos del volcán Putana, y tiene su cumbre culminante en el pico de Chuschul, en latitud 22° 39' 33" 6 y longitud 68° 18' 10" 7.

Lleva el nombre de *Rio Asta Buruaga* un arroyo de origen antes enteramente desconocido, al que se reunen pequeños afluentes de las faldas del Monte Pissis y corre por profundo cauce á formar las vegas de Barros Negros frente al volcán Copiapó y continúa hasta desembocar en la laguna de Maricunga.

Es sabido que don Francisco S. Asta Buruaga es autor del importante Diccionario geográfico de Chile, trabajo de mérito y de grande utilidad que debería ser objeto de una nueva y más numerosa edición.

Al tiempo de emprender estos estudios del Desierto y Cordilleras de Atacama, la Comisión Exploradora debió útiles servicios y oportuna cooperación al distinguido hidrógrafo, director de la Oficina

Hidrográfica don Francisco Vidal Gormaz, y la gratitud de sus miembros lo recordó en los primeros momentos del trabajo dando su nombre al cerro en que se define un interesante detalle geográfico.

*Cerro Vidal Gormaz:* latitud 27° 45' 0", longitud 68° 58' 56".

La fama de don José Joaquín Vallejo, hijo distinguido de Copiapó, literato, industrial y minero, quedará recordada con su célebre seudónimo en el *Nevado de Jotabeche*, punto culminante de la cordillera Darwin, en latitud 27° 42' 0" y longitud 69° 13' 33".

La *Sierra de Almeida*, en mérito del esforzado minero y célebre explorador del desierto, don Diego de Almeida, el guía y compañero del señor Philippi, es un brazo de cerros que se desprende del volcán *Socompa* y va á terminar en la altura de *Lila*, frente á Tilopozo, orillando por el sur el gran salar de Atacama.

Por último, la espontánea gratitud de los chilenos de todas las clases y condiciones hacia el ilustre Benjamín Vicuña Mackenna, se había anticipado ya á recordar su esclarecido nombre y querida memoria en varios puntos del Desierto, pero donde con más insistencia y difinitivamente se le recuerda es en el cordón de montañas y distrito minero que da frente á la región salitrera de Aguas Blancas.

Sancionando con gusto el voto de la más sincera y merecida popularidad, dejamos con el nombre de *Sierra Vicuña Mackenna* la que corre formando el límite occidental de la región salitrera desde las alturas que se levantan al norte de la mina *Reventón* de Paposo, hasta el cordón trasversal de Aguas Blancas.

---

## CONCLUSIÓN

En la serie de largos y laboriosos trabajos que ha exigido el levantamiento geográfico de que hemos dado cuenta, el ingeniero 1.° don Santiago Muñoz es el único que desde el primer momento de iniciación de las operaciones nos ha acompañado constantemente; siempre con el mismo desinteresado entusiasmo por el progreso científico y el servicio de su patria y siempre abnegado en las fatigas, privaciones y peligros. Desde las grandes dificultades de la triangulación en las cordilleras sin arredrarse por la intemperie en las cum

bres eternamente nevadas, hasta las tareas de oficina en el cálculo geodésico, casi todo es obra suya, su experiencia rudamente adquirida y de su inteligente competencia.

Don Alejandro Chadwick nos acompañó con interés en las primeras campañas activas del Desierto y Cordilleras.

Importante cooperación debemos también al distinguido ingeniero don Abelardo Pizarro A. que durante casi dos años nos hizo compañía en lo más recio de las tareas, dejándonos antes de abandonarnos, íntegro y completo, todo el fruto de su inteligente labor.

En los últimos tiempos, el joven don Enrique Barraza, ingeniero geógrafo tan contraído como competente y don Alejandro Torres Pinto, ingeniero de minas, nos han acompañado en los definitivos detalles del trabajo.

No dejamos para el último lugar sino por cuanto su especialidad tenía poca participación en el trabajo geográfico, al ingeniero geólogo don Lorenzo Sundt, de la Universidad de Cristianía, cuya participación en las exploraciones será extensamente conocida en el lugar correspondiente de la obra que sigue á este primer párrafo de introducción.

La continuación de los trabajos geográficos para completar el levantamiento del mapa general de Chile hasta el canal de Chiloé, podría llevarse á feliz término en un tiempo relativamente corto y con un gasto también relativamente ínfimo.

Bastaría continuar desde el Guasco al norte las operaciones interrumpidas por la Comisión Exploradora procediendo según los mismos métodos, pero perfeccionando la proligidad en los detalles y la exactitud geodésica en los grandes rasgos, á medida que el aumento progresivo de la población y de la riqueza agrícola lo exijan en su curso hacia el centro de la república.

Esta sería además la base y ocasión de acometer el trabajo del catastro que por ley de 1853 fué mandado ejecutar.

Así lo juzgó también el «Instituto de Ingenieros» de esta capital ante cuya honorable corporación tuvo el autor el honor de leer el presente escrito, resolviendo por aclamación hacer llegar el voto de su autorizada opinión ante el Supremo Gobierno de la Nación.

# PRECIOS CORRIENTES

## COLLIPULLI Y TRAIGUEN

Vigas roble pellín m. 10.031 x 0.279 x 0.279, cada metro lineal, según clase de $ 0.6024 á $ 0.9638.

Vigas roble pellín m. 10.031 x 0.232 x 0.232, cada metro lineal, según clase, de $ 0.4217 á $ 0.4819.

Vigas roble pellín m. 7.523 x 0.186 x 0.186, cada metro lineal, según clase, á $ 0.24095.

Vigas roble pellín m. 7.523 x 0.093 x 0.186, cada metro lineal, según clase, de $ 0.1506 á $ 0.1807.

Vigas roble pellín m. 3.762 x 0.093 x 0.093, la pieza, según clase, de $ 0.35 á $ 0.40.

Tablones roble pellín m. 3.762 x 0.186 x 0.046, cada ciento, según clase, de $ 40 á $ 60.

Tablas de raulí m. 3.762 x 0.232 x 0.023, cada ciento, según clase, de $ 25 á $ 30.

Tablones de raulí m. 3.762 x 0.232 x 0.046, cada ciento, según clase, de $ 40 á $ 60.

Tablas de laurel m. 3.762 x 0.186 x 0.023, cada ciento, según clase, de $ 16 á $ 22.

Lingue m. 3.762 x 0.186 x 0.046, cada ciento, según clase, de $ 50 á $ 60.

Lingue m. 0.093 x 0.186 x 3.762, el metro lineal, de $ 0.241 á $ 0.321.

Lingue m. 0.093 x 0.186 x 4.180, el metro lineal, de $ 0.241 á $ 0.321.

## VALDIVIA (en lancha)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tijerales | roble pellín | m. | 4.18 × 0.093 × 0.093, la pieza... | $ | 0.25 |
| Id. | id. | m. | 5.02 × 0.093 × 0.093, la pieza... | $ | 0.30 |
| Id. | id. | m. | 4.18 × 0.139 × 0.093. la pieza... | $ | 0.36 |
| Id. | id. | m. | 5.02 × 0.139 × 0.093, la pieza... | $ | 0.40 |
| Id. | id. | m. | 5.85 × 0.139 × 0.093, la pieza... | $ | 0.60 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.139 × 0.093, la pieza... | $ | 0.75 |
| Postes de | roble pellín | m. | 4.18 × 0.139 × 0.139, la pieza... | $ | 0.55 |
| Id. | id. | m. | 5.02 × 0.139 × 0.139, la pieza... | $ | 0.65 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.139 × 0.139, la pieza... | $ | 1.00 |
| Id. | id. | m. | 7.52 × 0.139 × 0.139, la pieza... | $ | 1.12 |
| Id. | id. | m. | 4.18 × 0.186 × 0.186, la pieza... | $ | 0.90 |
| Id. | id. | m. | 5.02 × 0.186 × 0.186, la pieza... | $ | 1.10 |
| Vigas de | roble pellín | m. | 6.69 × 0.186 × 0.186, la pieza... | $ | 1.50 |
| Id. | id. | m. | 7.52 × 0.186 × 0.186, la pieza... | $ | 1.75 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.209 × 0.209, la pieza... | $ | 2.00 |
| Id. | id. | m. | 7.52 × 0.209 × 0.209, la pieza... | $ | 2.25 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.232 × 0.232, la pieza... | $ | 2.50 |
| Id. | id. | m. | 7.52 × 0.232 × 0.232, la pieza... | $ | 3.00 |
| Id. | id. | m. | 8.36 × 0.232 × 0.232, la pieza... | $ | 3.50 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 4.00 |
| Id. | id. | m. | 7.52 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 5.00 |
| Id. | id. | m. | 8.36 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 6.00 |
| Id. | id. | m. | 9.20 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 7.00 |
| Id. | id. | m. | 10.03 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 8.00 |
| Id. | id. | m. | 10.87 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 10.00 |
| Id. | id. | m. | 11.70 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 12.00 |
| Id. | id. | m. | 12.54 × 0.279 × 0.279, la pieza... | $ | 15.00 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.139 × 0.186, la pieza... | $ | 1.25 |
| Cuartones | roble pellín | m. | 3.34 × 0.081 × 0.081, la pieza... | $ | 0.17 |
| Tablones | roble pellín | m. | 6.69 × 0.035 × 0.279, la pieza.... | $ | 0.90 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.046 × 0.279, la pieza... | $ | 1.08 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.070 × 0.279, la pieza... | $ | 1.30 |
| Id. | id. | m. | 6.69 × 0.093 × 0.279, la pieza... | $ | 1.60 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tablones de laurel | m. | 3.76 × 0.232 × 0.023, la pieza.. | $ 0.20 |
| Id. id. | m. | 3.76 × 0.279 × 0.023, la pieza.. | $ 0.25 |

## CONCEPCIÓN

| | |
|---|---|
| Piedra para cimientos, cada metro cúbico..... | $ 3.50 |
| Arena de río, cada metro cúbico..... | $ 2.00 |
| Agua, cada metro cúbico..... | $ 0.25 |
| Cimiento de cal y piedra, cada metro cúbico..... | $ 9.00 |
| Ladrillo oficial m. 0.31 × 0.15 × 0.07, cada mil..... | $ 30.00 |
| Reboques, obra vendida, metro cuadrado..... | $ 0.40 |
| Enlucido, obra vendida, metro cuadrado..... | $ 0.40 |
| Loza de piedra de m. 0.10 á 0.15 de espesor..... | $ 5.00 |
| Basas de piedra, cada una..... | $ 4.00 |
| Gradas de piedra, cada metro lineal de m. 0.15 × 0.30.... | $ 6.00 |
| Polvillo, metro cúbico..... | $ 2.00 |
| Fierro en barra, cada kilogramo..... | $ 0.10 |
| Fierro en barra, doble T, cada kilogramo..... | $ 0.13 |
| Fierro galvanizado, cada kilogramo..... | $ 0.227 |

## ÁNGELES

| | |
|---|---|
| Piedra para cimiento, cada metro cúbico..... | $ 3.20 |
| Arena de río, cada metro cúbico..... | $ 1.20 |
| Agua, cada metro cúbico..... | $ 0.30 |
| Cimiento de cal y piedra, cada metro cúbico..... | $ 8.00 |
| Ladrillo oficial m. 0.31 × 0.15 × 0.07, cada mil..... | $ 25.00 |
| Reboques, obra vendida, metro cuadrado..... | $ 0.30 |
| Enlucido, obra vendida, metro cuadrado..... | $ 0.30 |
| Loza de piedra de m. 0.10 á 0.15 de espesor..... | $ 6.00 |
| Basas de piedra, cada una..... | $ 4.00 |
| Gradas de piedra, cada metro lineal, de m. 0.15 × 0.30... | $ 7.00 |
| Polvillo, metro cúbico..... | $ 1.60 |
| Fierro en barra, cada kilogramo..... | $ 0.11 |
| Fierro en barra, doble T, cada kilogramo..... | $ 0.14 |
| Fierro galvanizado, cada quintal..... | $ 12.00 |

## TALCAHUANO Y CONCEPCIÓN

| | | |
|---|---|---|
| Vigones pellín | m. 10.031 × 0.279 × 0.279, cada pieza..... | $ 12.00 |
| Id. id. | m. 8.359 × 0.232 × 0.232, cada pieza..... | $ 8.00 |
| Id. id. | m. 7.523 × 0.186 × 0.279, cada pieza..... | $ 7.00 |
| Vigas pellín | m. 7.523 × 0.186 × 0.186, cada pieza..... | $ 4.00 |
| Medias vigas id. | m. 7.523 × 0.093 × 0.186, cada pieza..... | $ 2.20 |
| Tercias id. id. | m. 7.523 × 0.058 × 0.186, cada pieza..... | $ 1.40 |
| Cuartos id. id. | m. 7.523 × 0.093 × 0.093, cada pieza..... | $ 1.10 |
| Sestos id. id. | m. 7.523 × 0.058 × 0.093, cada pieza..... | $ 0.70 |
| Tijerales | m. 7.523 × 0.139 × 0.093, cada pieza..... | $ 1.60 |
| Tablas raulí | m. 3.762 × 0.023 × 0,232, el ciento..... | $ 48.00 |
| Id. id. | m. 3.762 × 0.017 × 0.232, el ciento..... | $ 45.00 |
| Id. id. | m. 3.334 × 0.017 × 0.186, el ciento..... | $ 30.00 |
| Listones pellín | ceps. y mach. m. 3.762 × 0.023 × 0.104, el ciento..... | $ 24.00 |
| Listones pellín | ceps. y mach. m. 3.762 × 0.017 × 0.104, el ciento..... | $ 22.00 |
| Listones pellín | ceps. y mach. m. 3.762 × 0.012 × 0.093, el ciento..... | $ 20.00 |
| Molduras, surtido, guarda-polvos, sobre marcas, recargos, medias cañas, etc., etc. de m. 3.762 de largo, cada tira, por m. 0.023 de alto..... | | $ 0.08 |
| Jornal de carpintero de enmaderación..... | | $ 1.50 |
| Id. de carpintero de banco ..... | | $ 1.75 |
| Id. de albañil en mampostería..... | | $ 1.50 |
| Id. de rebocador y enlucidor..... | | $ 1.25 |
| Id. de estucador..... | | $ 1.75 |
| Id. de hojalatero (oficial)..... | | $ 1.75 |
| Id. de peón gañán (en construcciones)..... | | $ 0.80 |

## SAN FELIPE

| | |
|---|---|
| Piedra de cerro, gran tamaño, para cimientos, metro cúbico en la obra ..... | $ 1.98 |
| Arena de río, metro cúbico en la obra..... | $ 1.58 |

Excavación en tierra vegetal para heridos de cimientos, mano de obra por metro cúbico..... $ 0.146

Cimientos de piedra asentada en mezcla de cal de la Calera, costo mínimo de cada metro cúbico en las escuelas modelos recién construídas..... $ 4.96

## ANDES

Cimientos de piedra de cerro asentada en mezcla de cal de la Calera, cada metro cúbico (contrato de la cárcel).. $ 7.80

Concreto de laja y mezcla de cal de la Calera, pisoneado (contrato de la cárcel)..... $ 5.80

Santiago, 1.º de Diciembre de 1889.

CARLOS DONOSO GRILLE.

# LA REDACCION

1. Hidrografía del Desierto y Cordilleras de Atacama.—La descripción hidrográfica del territorio explorado en Atacama será descrita con todos los detalles que importen á su más completo y exacto conocimiento.

Hidrografía seca, indudablemente, pero que por la misma razón, tiene mayor interés su estudio y aumenta la necesidad de conocerla á medida que la población del Desierto, el descubrimiento de nuevas riquezas y el desarrollo de su explotación, hacen de cada gota de agua un manantial fecundo en bienes y un recurso indispensable.

Lo que publicamos ahora, cediendo á la imposición de las circunstancias, es un fragmento destacado del conjunto, que bajo el título de *hidroscopia* expone las condiciones generales del Desierto para la aplicación de este arte al trascendental objeto de descubrir y alumbrar aguas.

Preceden y siguen á esta materia los fundamentos y las consecuencias de su estudio, pero debemos esperar, en razón de las dificultades del momento, la ocasión de darla á luz en conjunto y guardando sus diferentes partes la necesaria armonía.

2. Yacimientos carboníferos.—Entre otros trabajos á que la sección de minas y geografía desea contraerse con especial interés, figura el estudio geológico é industrial de la región carbonífera del sur.

Fué destinado á tal objeto el ingeniero belga D. E. Lemaître actualmente agregado á esta sección, pero sin medios para destinarlo á emprender ese trabajo con buen éxito, permaneceremos en la espectativa de conseguirlos más tarde.

El pequeño trabajo que se inserta ahora es el resultado de una simple inspección de ojo que el ingeniero tuvo ocasión de verificar

y de cuyas deducciones se despierta aún más el deseo de estudios de tal importancia y trascendencia.

El problema de si existe ó no completa la serie del terreno carbonífero en Chile, cuya solución favorable deja esperar el señor Lemaître, valdría por sí solo el trabajo de dedicarle activa y competente consagración.

Anhelamos realizar el ideal industrial de la fundición del hierro y no pensamos en averiguar si el país contiene o no el combustible indispensable!

3. Puente sobre el río Coquimbo.—Esta obra está destinada á realizar un gran progreso en la ciudad de la Serena que hasta hoy permanece separada del barrio industrial de la ribera norte del río.

Su estudio y presupuesto formulado por el ingeniero don Valeriano Guzmán ha sido aprobado por el Consejo de la Dirección, pero no ha sido decretada aún su construcción.

4. Puente sobre el estero de Limache.—Fué dado á licitación pública, pero no hubo empresario por el precio del presupuesto.

5. Tamaño de las celdas de cárcel.—Escrito del señor Carlos Donoso Grille con motivo de un proyecto de cárcel para Valparaíso; contiene prescripciones higiénicas generales para esta clase de construcciones.

6. Escuela de niñas para Valparaíso.—Uno de los más importantes edificios dedicado á la instrucción primaria. Ha sido trazado el plano y calculados sus elementos por el arquitecto señor T. Thumm.

7. Precios corrientes.—Los arquitectos y contratistas de edificios encontrarán datos de oportuno interés en los precios corrientes que da ahora el señor Donoso Grille.

# EL DESIERTO Y CORDILLERAS DE ATACAMA

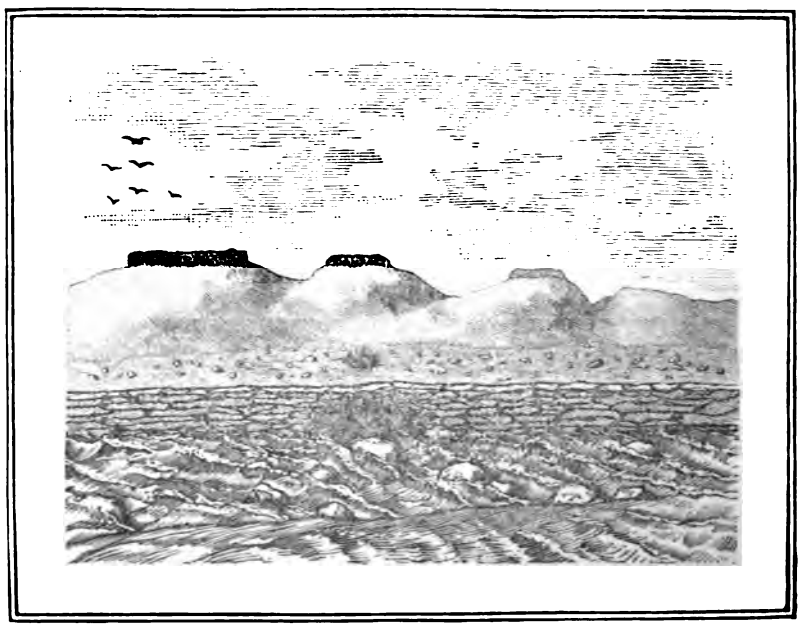
## I.—HIDROSCOPIA

Desde Platón, que imaginaba el fantástico Tártaro como antro inmenso en el centro de la tierra surtiendo de aguas al mar, á los lagos, á los ríos y á los manantiales; y los otros filósofos griegos que suponían el agua como resultado de la condensación del aire en el mismo centro, hasta Descartes que imaginaba al cuerpo terrestre surcado de venas y arterias por donde circulaba el agua del mar como la sangre en el cuerpo humano; y desde aquí hasta la teoría de la evaporación marina, la condensación de los vapores en diversos metéoros acuosos y la infiltración de las aguas lluvias en los terrenos para reaparecer en forma de fuentes y vertientes, las aguas subterráneas han sido en todos los tiempos objeto de vehemente preocupación y del más vivo anhelo de descubrirlas y aprovecharlas.

Las ideas sostenidas largo tiempo en el sentido de atribuir las aguas interiores á la presión del mar que las compele tierra adentro suponiendo una porosidad que no poseen generalmente los terrenos, ó á un sistema de canales subterráneos que las conducen hasta la altura de las montañas, ha podido ser sustentada por la imaginación en presencia de ciertos fenómenos como los remolinos ó antros submarinos que parecen absorberse en abismos insondables las aguas del océano.

La fantasía, que ha forjado pavorosas profundidades en una somera caverna como la que arremolinea las olas en el golfo de Scylla, y supuesto absorbente abismo sin fondo en el movimiento giratorio que la configuración topográfica de las costas noruegas produce periódicamente en las aguas de Maël-Strom, se ha reproducido también en algunos puntos de nuestras abruptas costas exagerando las dimensiones de ciertos hechos naturales de pequeña escala ó de proporciones apenas ordinarias.

En las inmediaciones del Puerto Viejo de Copiapó, las escabrosidades de la costa han creado nombres propios adecuados á caracteres físicos notables como el *Morro de Copiapó*, adusto y abrupto promontorio, uno de los rasgos más notables y derroteros más culminantes de las costas marítimas del Pacífico, sólo comparable al *Morro Moreno* de Mejillones y al famoso *Morro de Arica;* el *Quiebra Olas*, cordón peligroso de arrecifes que de día se señala como una guirnalda de deslumbrante blancura en fondo del más intenso azul marino y de noche se denuncia como una estela fosforecente de fulgores misteriosos; la *Isla Chata*, que asoma apenas sus contornos oscuros como el lomo de un gran cetáceo; el *Veladero*, con sus dominantes puntos de vista en lo alto de los barrancos cortados á pique que encajonan la desembocadura del río de Copiapó, agrestes en medio de la esterilidad con los pintados colores de los bancos rojos, amarillos y verdes de la formación terciaria de esas playas; y por fin el *Volcán de Agua*, hueco socavado por el embate furioso de las olas debajo de los conglomerados de conchuela que descansan en situación horizontal sobre una base erizada de rocas de labradorita desgastadas, redondeadas y carcomidas, dejando intersticios y conductos por donde el mar penetra bramando é impetuoso como si pugnara para lanzar por los aires la cáscara calcárea que la oprime.



Este volcán ó remedo de tal, en miniatura, por donde el agua se escapa á veces en penachos de espuma, en medio del adusto paisaje de rocas negras, escabrosas y del agitado oleaje que de los embates resulta, estimula la fantasía á imaginar un volcán submarino, y la creencia popular ve allí antros subterráneos y conductos por donde se internan tierra adentro las aguas marinas que impregnan de sal gema los terrenos vecinos.

Algún efecto capilar puede más bien absorber, como una esponja, el agua salada del mar y levantarla hasta algunos metros sobre su nivel desparramándola por sobre capas impermeables que al salir al sol dan lugar á las fuentes saladas que la industria aprovecha para explotar su contenido en cloruro de sodio.

Recorriendo toda la costa de nuestras excursiones, desde Carrizal Bajo hasta Tocopilla, no refiere la tradición de los changos ni consta de ninguna observación moderna que haya sumideros ó golfos absorbentes que comprueben con un hecho visible la supuesta comunicación del océano por conductos subterráneos con los volcanes del continente.

Por lo demás, en la configuración de la costa marítima, bajo el punto de vista hidrográfico, el hecho más culminante es el de estar resfrescadas ambas extremidades del territorio propiamente llamado Desierto de Atacama, por dos ríos de corriente continua que se desprenden respectivamente desde sus orígenes en las nieves de los Andes hasta sus respectivas desembocaduras, el uno en los agrestes cultivos de puerto Huasco donde se derraman los sobrantes de sus aguas en el mar, y el otro por el extremo opuesto, al norte, en las vegas tibias y salobres del Loa que mezcla también su caudal íntegro con las aguas marinas sin que en su largo tránsito haya sido aprovechado ni en los cultivos á que puede servir ni en las aplicaciones industriales á que podría ser tan ventajosamente destinado.

En el intermedio de este largo trayecto de costa marítima que mide 360 millas marinas, hay una serie de cauces por donde corren lánguidas las aguas fluviales del desierto; alcanzando las unas á mezclarse con las del mar en períodos intermitentes más ó menos prolongados, y manteniéndose perennes las otras en las vegas y lagunillas de cordillera donde nacen; en los puquios ó vertientes donde

reaparecen después de largo trayecto subterráneo, y en los charcos y totorales del litoral marítimo, á donde se recogen detrás del bordo de las playas deteniéndose como atemorizadas ante el inmenso receptáculo común del océano, término de su curso y de su efímera existencia.

Esos hilos de agua son, no obstante, numerosos en el desierto, siendo evidente que su caudal invisible y subterráneo es infinitamente mayor que el visible en la superficie.

El Dr. Philippi, que cruzó estas llanuras en pleno dominio del silencio y de la soledad de ahora 40 años, recibió á este respecto tristísima impresión.

El sabio naturalista se fundaba en que la falta de lluvias ó aguas meteóricas en el desierto importaba una negación en absoluto de la probabilidad de encontrar aguas subterráneas, ni aun para pozos comunes; que, en cuanto á pozos artesianos, la constitución geológica del suelo creía que era de todo punto negativa de las condiciones que el agua requiere para surgir.

Más adelante veremos que la experiencia ha modificado en sentido felizmente contrario á las apariencias y á las impresiones del ilustre viajero, lo que se refiere al agua de pozos comunes. En cuanto á pozos artesianos, nada se ha probado aun, pero abundaremos más adelante en datos que no pudo tener el doctor Philippi.

La *hidroscopia*, mantenida todavía dentro de los límites de un simple arte, tiende no obstante a salir del dominio de la rutina y de las preocupaciones vulgares. Si no para entrar en el rigor de las ciencias exactas como la mecánica y la hidráulica, á lo ménos para figurar, como la geología, en la categoría de las ciencias que deben á la investigación sagaz y al fecundo procedimiento de la observación científica el grado de precisión y de verdad que progresivamente van alcanzando.

Hasta hace poco tiempo, en plena ilustración del siglo que corre, la *varilla adivinadora*, manejada por mano diestra como un cubilete de prestidigitación, gozaba de la fama de un verdadero procedimiento para descubrir la existencia de las aguas subterráneas.

Detrás de la forma, del pretexto de un objeto material no había sino la suspicacia de ingenio ó las condiciones de temperamento en

el inconsciente operador para sentir los efectos fisiológicos de la humedad ó del frío que con intensa actividad afectan á algunas personas, al paso que á otras en las mismas circunstancias las dejan permanecer insensibles.

Gentes ilustradas y aún ingeniosas creen todavía en tales efectos de la barra adivinadora, aplicándole no ya las razones de superstición y de intervención sobrenatural, pero sí la moderna manía de las influencias eléctricas ó magnéticas.

La experimentación ha probado, no obstante, que la misteriosa varilla de virtud, en manos de un nervioso, lo mismo se agita cuando la persona está en natural comunicación con el gran receptáculo común que cuando la colocan sobre el taburete aislador de los aparatos de física.

Lo dijo el ilustre M. Chevreul ante la Aacademia de Ciencias de París: movimientos musculares producidos por una imaginación prevenida ó excitada involuntariamente en el sentido de que el hecho se produzca; la decisión intuitiva ó la impresión anticipada de que el hecho debe producirse, y en ciertas personas aun el temor de que no se produzcan, pueden dar lugar á los estremecimientos nerviosos que hacen vibrar, estremecerse y aún saltar de las manos del operador la inerte varilla.

Pero dejando el innecesario palito en forma de Y que por tantos siglos ha servido para tantos supuestos hallazgos subterráneos: agua ó ricas minas; robos ocultos, criminales ignorados, intenciones morales y adivinaciones de todo género, siempre queda de pie la verdad de haber personas de cierta exquisita sensibilidad que sienten las impresiones ó reciben los efluvios de la humedad donde otros no ven ni sospechan indicios de su existencia.

Es notorio que en algunos animales esta sensibilidad llega á un grado de energía sosprendente.

Nos envolvía la oscuridad de una noche de otoño en plena travesía de la alta planicie que arranca en la medianía del camino de Río Lamas á San Francisco en dirección al norte hacia la Laguna Brava.

En páramos inexplorados, sin guía ni senda conocida ni conocimiento alguno de la topografía del terreno, viajábamos al rumbo de la brújula como los marinos.

Día y medio sin bebida los animales, en días ardientes y campo medanoso, la fatiga los había rendido y no nos permitían ganar tiempo y espacio ni aun andando de noche; pero apenas libres de la pesada carga, las bestias empezaron á manifestar inquietud y momentos después una especie de furor por emprender la fuga.

Fué necesario amarrarlas, maniatarlas con las más seguras precauciones y pasar la noche velando.

Los arrieros, gente siempre sedienta, sin duda á causa de las agitaciones de su pesado oficio, sufrían también el tormento de la sed y economizaban por previsión una última gota de agua tibia y salobre, atribuyendo la vehemente impaciencia de las bestias al olfato del león ó á cualquier otro motivo, sin dar en la verdadera razón que las desesperaba.

Vino el día, y el horizonte nivelado de la llanura no nos prometía más esperanza que las distantes montañas que debíamos á todo trance alcanzar de una sola jornada antes de una noche más sin agua.

Los animales, con gran sorpresa de los arrieros, parecían, más que rendidos, fogosos y apenas libres en sus movimientos, con sus cargas ó jinetes á cuestas, emprendieron veloz carrera en una dirección determinada como á punto fijo y conocido.

Era uno de esos casos en que el viajero acostumbra, sin recelo, entregarse á la sagacidad de las bestias.

Resultaba que el terreno no era superficie continua como parecía; lo surcaban hondonadas y zanjones, bordos medanosos y quebradas hondas á veces difíciles de pasar, y allí á la distancia, en el fondo de una de tantas ¡un campo verde!... y en un galope más ¡al agua!

Estimar la distancia así recorrida fué un poco difícil, y seguramente la colocación de la salvadora vega en el mapa no tendrá la exacta precisión del lugar que ocupa.

Los viajeros, sin embargo, la encontrarán en adelante siguiendo sus indicaciones.

Signos muy comunes y conocidos son los de ciertas plantas, como el cachiyuyo, la brea, la cortadera; la disposición de las quebradas y la topografía y composición del terreno; los accidentes del fondo ó vaguada del valle, etc; pero hay casos en que tales signos faltan ó son contradictorios, y sin embargo en tales condiciones hay prácticos

que aciertan con el punto preciso para perforar con éxito el terreno, y contra todas las apariencias y á despecho de todas las reglas, el agua surge.

La hidroscopia moderna ha perfeccionado en algo los métodos de indagación de las aguas subterráneas, y todo cuanto se haga por aplicar estos procedimientos al Desierto de Atacama, será gasto bastantemente autorizado por el inmenso beneficio que de emprenderlos puede resultar, y será asimismo justificado por las fundadas presunciones de buen éxito que los hechos hacen esperar.

Los pozos artesianos, cuya teoría está tan claramente definida, se pueden casi á ciencia cierta perforar con éxito en los casos en que los estudios geológicos acusen las pruebas ó demostraciones de la existencia de aguas subterráneas en las condiciones requeridas.

Nada se ha averiguado al respecto, y no sólo en el Desierto de Atacama sino en toda la extensión del territorio de Chile, ignoramos que se haya emprendido formalmente la perforación de un pozo artesiano ó que á lo menos se hayan hecho estudios con tal motivo.

En los caracteres topográficos del terreno, con los Andes nevados por el oriente; el declive del suelo hacia el mar; las cuencas que resultan de la interposición de cordones transversales de montañas uniendo los flancos andinos con los de la cordillera de la costa que mira hacia aquellos, son signos afirmativos en favor del surgimiento de las aguas subterráneas.

Y en cuanto á los caracteres geológicos, si los signos característicos no saltan por sí solos á la vista, tampoco hay razón para negarlos, porque no hay estudios y ni las más someras observaciones han sido hechas en el sentido de resolver problemas de tanta trascendencia como los de alumbrar aguas.

La geología del territorio de Chile no es complicada, porque las líneas de separación de los terrenos están orientadas según direcciones fáciles de determinar y la variedad de composición ofrece suma sencillez, si no en cuanto á la determinación de sus edades relativas por falta del testimonio irrecusable de los restos orgánicos, á lo menos en cuanto á descubrir sus caracteres estratigráficos y la composición mineralógica ó naturaleza petrográfica, que son los elementos que importan en el problema de las aguas artesianas.

Sea pues, con el fin de aumentar la dotación de aguas en el Desierto de Atacama mejorando la condición actual de sus aguas naturales; emprendiendo nuevos trabajos para descubrir y alumbrar las aguas ordinarias de pozo ó sea también para hacer surgir las artesianas, lo que urgentemente importa emprender es el estudio razonado, la indagación científica y las pruebas prácticas de escavación ó de sondaje donde se reunan los signos favorables.

No vamos á lanzarnos en el vacío ni á ensayar procedimientos imaginarios ó siquiera métodos de estudio que no tengan la sanción de la experiencia y las evidencias del éxito.

En el Sahara africano, idea de lo pavoroso por la sequedad, donde no llueve tampoco, el agua subterránea existe, no importa de donde venga.

La expedición del ejército inglés de Napier en Abisinia es sabido que dió lugar á la invención de los pozos por eso llamados abisinios ó instantáneos, que hacían surgir el agua como por obra de encantamiento, á la manera de Moisés.

Pero en pleno jardín europeo, en Francia, donde no faltaban comarcas áridas, veamos lo que el estudio y la observación han sido capaces de realizar.

Un hombre eminentemente práctico, el abate Paramelle, nacido indudablemente con la vocación del arte hidrológico y ejerciéndolo él mismo con nobles y humanitarios fines durante toda su vida de sacerdocio, escribió, como resultado de su bien adquirida experiencia, el libro que lleva por título *L'art de découvrir les sources.*

No incurriríamos, con tal motivo, en el común error de generalizar, aplicando á nuestro desierto las mismas reglas, el mismo método de observación, y deduciendo las mismas conclusiones respecto del modo de buscar las aguas subterráneas y de juzgar con tan certera verdad como el abate las probabilidades relativas á su capacidad, calidad, hondura, etc., etc.

El Desierto de Atacama se encuentra en condiciones muy diferentes muy desventajosamente dispuestas por la naturaleza para poder calcular fuentes y hacerlas surgir contando su número á razón de tantas por hectárea ó por kilómetro cuadrado como en otras regiones favorecidas sucede.

Pero lo que desearíamos para nuestro desierto es un Paramelle que lo observara con la misma constancia, atención y sagacidad con que aquel estudió su departamento del Lot, hasta llegar á conclusiones locales que eran infalibles y que aún aplicadas por extensión á otras regiones de la Francia, resultaron también con buen éxito.

Una línea muy marcada que determina el contacto geológico entre la formación granítica y la calcárea jurásica, constituye en el sur de Francia un límite notabilísimo que separa entre sí dos regiones respectivamente caracterizadas por la abundancia de aguas en una de ellas y por la sequedad en la otra.

Arranca esta línea de separación desde el Mediterráneo en las inmediaciones de Tolón y cruza el Ródano, girando al oriente para seguir más ó menos el curso del río Lot por su margen derecha, dejando al oriente las formaciones cristalinas del granito y al oeste las calizas estratificadas del Jura.

Del lado oriental, los ríos, los arroyos, las fuentes y los infinitos surgideros de aguas cristalinas que fecundizan y embellecen esa privilegiada comarca del hermoso suelo francés; del lado opuesto, en el departamento de Lot é inmediaciones, en una superficie de 80 leguas cuadradas, nada existe de tan benéficos recursos, á excepción de un riachuelo seco en gran parte del año.

Era como una tierra maldita donde se moría de sed en medio de la fecunda fertilidad que la rodeaba en todas direcciones; donde el régimen de las lluvias era, sin embargo, el mismo que en las fértiles regiones á la redonda, distinguiéndose tan solo una comarca de la otra en la composición geológica del terreno ó sea en la naturaleza de las rocas del suelo.

La humedad y la vegetación en el granito y otras rocas cristalinas impermeables; la sequedad y la aridez en el terreno calcáreo surcado de litoclasias, con sus resumideros profundos, sus cavernas y antros subterráneos por donde las aguas invisibles corren en ríos caudalosos ó se detienen y forman estanques y lagos interiores.

Tal fué el hecho observado por Paramelle.

Las aguas de lluvia corrían por sobre la superficie del terreno granítico para reunirse en los cauces ó para infiltrarse brevemente en el terreno y reaparecer al aire libre en forma de fuentes ó manantiales

hacia donde los accidentes del terreno favorecían su alumbramiento.

Y al contrario, en el terreno calcáreo, las aguas de lluvia tan abundantes como en la región inmediata, desaparecían misteriosamente sin reunirse en ríos ó arroyos ni reaparecer visiblemente en fuentes ó vegas ni bajo forma alguna que indicara su existencia subterránea.

Desde tiempo inmemorial, toda tentativa en busca de ellas por medio de pozos comunes había resultado infructuosa, quedando así el profundo conocimiento de que la región de Lot estaba irremisiblemente condenada por la naturaleza á una eterna esterilidad.

Así definido el hecho geológico, la atención del hidrólogo debía reconcentrarse en seguida hacia las condiciones topográficas del terreno.

Llanuras ó planicies surcadas a largos trechos por el cauce profundo de algunos ríos; esterilidad completa sobre aquellas y ningún indicio de aguas subterráneas ni aún en los pozos que desde tiempo inmemorial se habían practicado en toda la extensión de su superficie, pero a tanteos, sin razonamiento ni criterio; y sin embargo, en las laderas ó faldeos de aquellos valles, abundantes y numerosas fuentes surgían por entre las grietas de ese mismo terreno aumentando con sus caudales el volumen de los ríos.

Luego, estas aguas, que no pueden proceder sino de filtraciones numerosas y producidas sobre una extensa porción de territorio, no son otra cosa que las aguas lluvias tan misteriosamente absorbidas, evaporadas ó desaparecidas sin explicación aparente de sobre la superficie de formación calcárea que las recibe.

Las rocas de tal composición no son absorbentes ó permeables por sí mismas, pero sus quebraduras y grietas profundas que se cruzan y entrelazan en todas direcciones ofreciendo por do quiera invisibles pero expeditos orificios de escape hacia los huecos, grutas y cavernas tan propias del terreno calcáreo, son la causa evidente y único del extraño fenómeno que engendra la esterilidad en una comarca que la naturaleza favorece, no obstante, con el riego frecuente de abundantes y continuas lluvias.

He ahí la sencilla reflexión que condujo al abate Paramelle á la

serie de observaciones que dieron por resultado el descubrimiento de su trascendental teoría.

Sin embargo, sólo en llegar á este punto de partida ocupó el ilustre hidrólogo algunos años de paciente estudio.

Quedaba por descubrir el curso subterráneo del sistema hidrográfico que daba lugar á cada una de las fuentes; averiguar su profundidad con relación á la superficie del suelo y calcular aproximadamente el volumen ó caudal de cada vena de agua, por separado ó en conjunto.

Como indicio irrecusable de actual ó antigua existencia de corrientes de agua en el subsuelo y á diversas profundidades, se ofrecen con profusión en los terrenos calcáreos los característicos resumideros ó pozos naturales de forma cilíndrica ó cónica que parecen no obedecer á sistema alguno de distribución pero que en realidad no son sino las indicaciones exteriores de otros tantos puntos de una corriente de agua subterránea.

Sea que la causa de formación de estas chimeneas ó lumbreras de comunicación corresponda al orden de fenómenos de naturaleza mecánica como los que resultan de los temblores, con sus hundimientos ó dislocaciones de la corteza terrestre, ó sea que resulten de las acciones físicas y químicas á que deben su origen las grutas y cavernas de los terrenos calcáreos, lo ordinario es que tales conductos, abiertos ó cerrados, en comunicación directa ó sin relación alguna aparente con las ocultas corrientes de agua, están invariablemente distribuídos y corresponden punto por punto con el sistema hidrográfico subterráneo.

Fuera de estas indicaciones, los pliegues y ondulaciones de la superficie, aunque poco visibles y vagamente definidas, guían con fidelidad y conducen al atento y sagaz observador hasta ponerlo en posesión de la vena de agua y seguirla en todo su curso hasta su origen.

Averiguar en seguida la profundidad en que corren las aguas sería cuestión de las más elementales operaciones geométricas y de la plantación de ciertos hechos generales que la naturaleza misma establece.

La inclinación de las paredes ó faldas opuestas de un valle permite determinar sin dificultad la línea de intersección de dos planos

que se cortan en profundidad, y por otra parte, el grado de inclinación ó pendiente del fondo de un valle lateral no se aparta mucho de la que mantiene aguas arriba desde su confluencia con este, el cauce principal.

Una nivelación en este caso para determinar en la superficie las alturas sobre el nivel de la confluencia, y la simple deducción de la altura que la pendiente subterránea acuse para el lugar correspondiente á la vertical del punto exterior, daría la profundidad aproximada de la vena de agua debajo del local en cuestión.

En cuanto al volumen ó caudal de agua arrastrada, el conocimiento aproximado del agua de lluvia caída, de la extensión en superficie que encierra la cuenca alimentadora, son elementos que la habilidad del hidrólogo aprovecha fácilmente.

Si tales ú otros análogos elementos del arte hidrológico pueden ser deducidos de la observación de nuestros territorios en lo que propiamente llamamos todavía Desierto de Atacama, y si serían estos aprovechables con buen éxito con el objeto de alumbrar aguas, es cuestión que debería preocupar en alto grado á particulares y autoridades.

Algo se debe á la iniciativa particular, que puesta en el caso de vida ó muerte por una gota de agua, la ha buscado por su propio interés.

Pero nada, absolutamente nada es debido á la acción de los poderes públicos en favor siquiera de la vida de los viajeros en un desierto á quien la prosperidad del país y la fortuna fiscal deben su más abundante fuente de recursos.

Los casos felices aislados y locales que la acción de los particulares ha resuelto con tan útiles resultados y á veces inesperado éxito, no han podido ser aprovechados para deducir reglas generales ni dar con un sistema razonado de indagaciones que permitiera buscar las aguas interiores con alguna probabilidad de encontrarlas por otro procedimiento que el de simples tanteos, deducciones empíricas, ideas erróneas ó disparatadas.

El agua ha resultado exclusivamente de la natural y feliz circunstancia de encontrarse abundante en los cauces interiores del desierto por donde corren todavía en sus primitivos lechos las aguas de ori-

gen meteórico que se condensan en las cordilleras, y su alumbramiento á la superficie es sólo el resultado de la necesidad parentoria que de ellas ha tenido el industrial que fundaba una oficina salitrera ó establecimiento metalúrgico, el minero que la necesitaba para sus faenas ó el poblador que la buscaba afanoso en la lucha por la vida.

Si uno de los principales objetos que el gobierno se propuso al mandar explorar y estudiar el Desierto de Atacama fué el de decretar los medios de facilitar al viajero, al industrial, al cateador, el acceso á sus regiones más desamparadas y desconocidas, no se comprende, entre los diversos trabajos que podrían acometerse, ninguno más fundamental y más imperiosamente necesario que el de un sistema de dotación de agua.

Los estudios practicados no han podido tener sino un carácter de investigación somera, para trasmitir al país y al gobierno, en cuanto se relacionaban con los recursos naturales del desierto, la impresión de las industriales condiciones en que estos se encontraban y podrían desarrollarse.

No se debía, por consiguiente, ni se habría podido tampoco, por la escasez del personal y de los recursos, entrar en estudios detallados de cada especialidad.

Sin embargo, la del estudio hidrográfico, en sus diversas ramificaciones, como la hidroscopia que nos ha dado materia para las consideraciones generales y hechos que dejamos apuntados, nos permitirá todavía extendernos sobre el mismo importante asunto.

---

## 2.—CONDICIONES GEOLÓGICAS Y TOPOGRÁFICAS DEL DESIERTO CON RELACIÓN Á LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

No consiste el medio de alumbrar aguas en una simple operación de tanteos en que la casualidad ó ciertas ideas vagas é inconscientes desempeñan el principal papel.

Es bastante general el prurito de negar ó poner á lo menos en duda la eficacia de las teorías científicas en la solución de problemas

industriales que no están sujetos á la precisión del cálculo aritmético que da el resultado concreto y numérico.

Se olvida con frecuencia y casi siempre, que todas las reglas bien definidas que los prácticos ó aficionados aplican empíricamente, sin criterio y sin conciencia, no son otra cosa que la fórmula, el coeficiente, que la investigación científica ha deducido para entregarlo al uso del ignorante ó al práctico que lo aprovecha y lo explota.

La evidencia, cuando los signos exteriores acusan la presencia del agua, ó la presunción, fundada en hechos que el buen sentido aprovecha fácilmente con buen éxito, no necesitan del guía científico, pero en la generalidad de los casos oscuros ó difíciles, sólo la ciencia geológica con sus métodos de observación, sus principios ineludibles y sus procedimientos bien establecidos, es capaz de encontrar la solución que se busca.

La geognosia, sobre todo, que da á conocer los terrenos describiéndolos en sus caracteres exteriores, y juzgando por medio de estos, de los que permanecen invisibles, es más directamente la ciencia que conduce al descubrimiento de las aguas subterráneas.

La configuración exterior del suelo y la naturaleza de las rocas que lo forman; su estructura interior y los accidentes que en su seno se producen: tales son los estudios fundamentales, el conjunto de hechos en que descansa la base de la teoría hidroscópica sobre descubrimiento de las aguas subterráneas.

Se creería que no hay mérito para tomarse demasiado trabajo, y que la aplicación de los principios ó hechos geognósticos es mera cuestión de inspeccionar el terreno.

Así se comprende generalmente y así se procede, sentenciando en seguida si hay agua ó si no la hay, sin más trámite. Y por esto es que las teorías y las ciencias caen en fracaso y las cubre el desprestigio, cuando se procede en su nombre sin establecer la base de que se ha partido ni exhibir los trabajos emprendidos.

Los hechos geognósticos no se resuelven como el triángulo geométrico, deduciendo la certidumbre matemática por medio de ciertos elementos conocidos, ni se descubren mediante simples conjeturas y deducciones por afinidades ó semejanzas de unos terrenos con otros sino hasta cierto punto.

Así se podría suponer que los manantiales que nacen en el río de Copiapó entre los planos de contacto de las calizas liásicas con terrenos pórfido-arcillosos, como asimismo las que surgen entre las estratas de esta última formación en diversas condiciones, deberían reproducirse paralelamente en la quebrada de Garín y el Romero, lo que no sucede, sin embargo.

La comparación de semejanzas, cuando se tiene la experiencia de una localidad muy bien estudiada, es utilísima, pero no dispensa del estudio atento, concienzudo y paciente del local en que se trata de descubrir y sus alrededores.

Donde surge una fuente, la observación descubre siempre una capa ó un lecho impermeable por donde corre el agua cuando el terreno es estractificado; y cuando es de rocas cristalinas, se nota que la capa permeable de terreno descompuesto es delgada y el lecho del agua no va más allá de la somera profundidad á donde se encuentra la roca sana, que no ha sufrido aún las influencias atmosféricas que la desagregan y destruyen.

Fuera de estos dos casos generales, la interposición de un dike, la existencia de una falla, la juntura de los planos de contacto entre dos formaciones diferentes, ó algún otro accidente eventual, determinan casi siempre el alumbramiento de aguas subterráneas.

Casi todos los nacimientos del río de Copiapó yacen en las condiciones del primer caso, infiltrándose las aguas de nieve por entre las estratas de terrenos areno-arcillosos que asoman sus cabezas al pie de las faldas y contrafuertes andinos, dando allí lugar á las primeras vegas.

En los demás casos de manantiales, humedades ó vegas en el curso del río Copiapó hacia el mar, son las segundas condiciones las que tienen lugar, como en la vega de la ciudad misma, formada por las aguas estancadas y detenidas como por una barrera detrás de un dike que cruza el valle transversalmente; ó también en la formación detrítica de arenas y gredas depositadas en el lecho del antiguo estuario del río que espacioso como un brazo de mar, llegaba probablemente hasta la punta de Linderos formando playas y ensenadas hacia los lados de Toledo y Chamonate.

Entre los meteoros acuosos, la lluvia, las neblinas y las nieves,

es sabido que los primeros no tienen lugar en el Desierto de Atacama sino parcialmente y en determinadas localidades de pequeña extensión.

Su consideración, no tiene por consiguiente, lugar en las teorías ó presunciones acerca de la existencia de aguas subterráneas en su árido territorio.

Las neblinas, indudablemente, constituyen un factor importante á este respecto en las región marítima y aún en el valle central.

En tercero y principal lugar, son las nieves de cordillera y las corrientes que de ellas resultan, los orígenes del agua que abundantemente corre por los cauces interiores y alimenta las cuencas invisibles que surten á los pobladores é industrias del desierto.

La constitución geognóstica del territorio que nos ocupa, ó sea la composición mineral, ó más bien su naturaleza petrográfica, así como los caracteres geonómicos que explican la estructura de los terrenos y formaciones, son los grandes rasgos de su fisonomía física y de su composición geológica que el observador se ve inducido á tomar en consideración para explicar y definir las condiciones del suelo con relación á sus aptitudes para absorber y contener en su seno las aguas de origen meteórico.

La clasificación más general de las rocas con relación á su permeabilidad está bien justificada en cuanto á las areniscas y rocas silíceas que por do quiera son secas y áridas, como asimismo las calcáreas, que dejan pasar por sus abiertas rajaduras toda el agua que les cae y también las volcánicas que le dan fácil paso al través de su esponjosa masa; al paso que las tierras arcillosas ó formaciones estratificadas donde alternan capas de greda ó aluminosas, son las que se distinguen por esencialmente húmedas.

Las rocas graníticas, porfídicas y demás de estructura cristalina que no son susceptibles de contener grandes capas subterráneas de agua, no constituyen, como generalmente se cree, los potentes macizos montañosos de las altas cordilleras, sino en sus alturas culminantes y en parte de sus ejes anticlinales y de sus contrafuertes más considerables. Y esto, todavía, sólo en la región austral de nuestro desierto, en departamentos de Vallenar y Copiapó hasta el portezuelo de Pircas Negras, ó sea más ó menos el paralelo de 27°, desde

cuya latitud al norte, las altas cordilleras y sus ramificaciones constan exclusivamente de traquitas, lavas y demás deyecciones de la estupenda y prolongada acción volcánica que dió su característica fisonomía actual á la región de las mesetas andinas.

Se podría circunscribir á sólo los nacimientos, y á trechos el curso de algunas de las quebradas afluentes de la hoya hidrográfica de la Jarilla, como única extensión á donde las formaciones graníticas no dan curso interior y profundo á las aguas meteóricas, pudiéndose sospechar que de allí no procede más caudal que el de las someras humedades que resbalan por los faldeos de aquellos valles.

Los nacimientos de otras quebradas pertenecientes, como la Jarilla, á la gran cuenca del Totoral, ó sea los «Sapos» y «Yerba Buena», no tienen sus orígenes en la cordillera anticlinal, como es sabido sino en las faldas occidentales del cordón que forma el río y valle de Manflas, cuyas cumbres y región toda, consta de las formaciones estratificadas de composición metamórfica, porfídico-arcillosa en diversos grados de constitución petrográfica.

La variedad de esta formación no permite hablar de ella en un sentido general respecto de sus condiciones hidrológicas, pero los signos se descubren á la simple vista en la composición ó estructura más ó menos arcillosa que resalta además por el color rojo ó borra de vino que la caracteriza.

Muy amenudo las estratas son permeables en a to grado, pero en las junturas ó planos de contacto se interpone, como cemento, una costra de greda que determina el alumbramiento del agua hacia el sentido en que la dirige la pendiente ó buzamiento de las estratas.

Donde esta misma formación, ó sea en bancos ó secciones de la misma, asume un carácter más cristalino, decididamente porfídico y homogéneo, las filtraciones de agua se producen como en las rocas litoclásicas donde accidentalmente el terreno ha sufrido profundas dislocaciones.

Á estas dos condiciones petrográficas de la extensa formación metamórfica porfídica corresponden respectivamente las aguadas que vierten en los flancos de las quebradas donde el sentido del buzamiento de las estratas favorece su alumbramiento, y aquellas que surgen como de pie, por efecto de sifones ú otros procedimientos

difíciles de explicarse y corresponden á los locales donde el valle ó quebrada se encajona, reduciéndose á simples grietas ó rajaduras de la roca.

No se consideran, naturalmente, entre las aguas de esta procedencia, las que revientan en el lecho de las quebradas por efecto de las diferencias de nivel que hacen alternativamente surgir y sumergirse á las aguas del arroyo subterráneo que corre por el fondo ó vaguada del valle.

Las designaciones de *cajón*, *cajoncito*, *angostura*, etc., con que se designan tantos lugares de las serranías que cubren la zona oriental del Desierto, como las que abundan en las hoyas del Totoral, hacia la costa como en sus nacimientos en los Sapos, Potrerillos, Carrizo, etc., la muy característica de Loros á Cerro Blanco y Loros á Lomas Bayas en el valle de Copiapó; las de Serna y Carrizalillo en el de Cerrillos; las de Cajoncito afluente de Chañaral Alto; Agua Dulce y otros del Salado; Doña Inés, Carrizo y la Cruz.

Más al norte, cambia la fisonomía topográfica del terreno y esta clase de accidentes desaparece reemplazada por los valles más anchos y de paredes más blandas, más terrosas, como Juncal, Chaco y Vaquillas, sucediéndose después los faldeos suaves y llanuras inclinadas, sin prolongados cordones transversales ni cauces profundos en toda la extensa región que así sigue hasta Caracoles y el Loa.

Refiriéndonos otra vez á las estratificaciones de carácter arcilloso, de consistencia más térrea, desagregada y porosa, encontraremos numerosos casos de interés para el conocimiento hidrológico de estos terrenos.

La cuenca en forma de fondo de lago que constituye el llano de Varas, inclinado, por efecto de la denudación, de norte á sur; con su cabeza en las extremidades del cerro del Bonete, Humito y Pingo, y sus pies en Cachiyuyo y Puquios, por cuyo boquete profundamente abierto, se produjo su desagüe, ofrece un caso de los más interesantes para el observador hidróscopo.

Los contornos de la cuenca constan de rocas cristalinas sieníticas por el sur; formación arcillosa estratificada, y formación calcárea por el oeste; campos abiertos ligeramente inclinados por el norte, y formaciones arcillosas estratificadas, metamórficas por el oriente

en toda su extensión hasta juntarse con formación calcárea en el boquete de desagüe donde alumbran las aguas formando las vegas de Puquios.

Ahora bien, del lado sur, del oeste, y del norte, no pueden caer aguas de infiltración al fondo subterráneo del lago, porque, en una sequedad absoluta y permanente, no llegan ni las neblinas del mar á humedecer aquellas tierras.

No obstante, ese fondo está ocupado por una profunda capa de agua excelente, y no queda sino el borde del naciente por donde suponer que reciba las aguas de infiltración.

Efectivamente, el cordón arcilloso metamórfico de Fraga y San Andrés es prolongación del brazo que se desprende desde gran distancia al naciente enlazándose por medio de Valiente con el gran macizo de Cerro Bravo, altura culminante de la cordillera Domeyko.

El estudio especialmente contraído á la explicación de estos hechos demostraría si de la misma procedencia resultan las aguas subterráneas del llano del Inca, en caso idéntico al de Varas, teniendo aquel su desagüe en las abundantes fuentes de Chañarcito, de donde la vaguada subterránea conduce las aguas hacia el mar por la espaciosa quebrada del Salado, así como las de Puquios se infiltran en la del Despoblado de Paipote.

Si igual constitución geognóstica del terreno se extiende al sur en los estribos ó brazos que de la misma cordillera Domeyko se desprenden hacia el oeste hasta morir en los flancos orientales de la dicha quebrada de Paipote, fácilmente se podría deducir la probabilidad de que por el profundo cauce subterráneo de ese gran valle seco superficialmente corre quizás un río caudaloso ó quizás una sábana de agua extensa como un lago.

En el largo trayecto de su origen meteórico en las cordilleras, las aguas atraviesan sucesivamente las estratas permeables y corren por sobre las impermeables dando lugar á las escasas vertientes de los flancos, como ocurre en las quebradas del Romero, Garín, etc., fenómeno que es característico de todos los terrenos en que las capas de arena ú otras rocas porosas alternan con las de greda. Y sea que por la poca extensión de superficie mojada ó por las influencias de

la evaporación en sábanas de agua que yacen á poca hondura subterránea, las fuentes á que dan lugar son siempre interesantes y de pequeño caudal, lo evidente ó que se impone por la lógica de los hechos naturales y por la experiencia de la observación, es que las aguas de las capas profundas son á la vez que constantes en su curso, más abundantes que las superficiales.

Siendo, por lo tanto, verdad demostrada por los hechos y consecuencia lógica de la composición geognóstica del territorio de Atacama, que capas abundantes de agua yacen en el fondo de las cuencas, debajo de las áridas travesías del desierto, desde el Huasco al Loa, débese admitir que su existencia procede de las nieves de cordillera, infiltradas á medida de su licuación en un terreno permeable que les da paso verticalmente hasta grandes profundidades.

Es de manifiesta evidencia que la meteorología del desierto ha cambiado totalmente desde los últimos tiempos de actividad neptúnica cuyos restos é impresiones se conservan frescas é intactas como si apenas algunos años hiciera á que sus efectos dejaron las huellas de su acción en los profundos cauces y surcos de los valles, y señales del curso de los hielos ó ventisqueros en las montañas.

Esta acción no ha cesado dentro aún del período propiamente dicho cuartario ó postplioceno sino que se ha continuado hasta después, sea sin solución de continuidad ó después de algún tiempo de calma, hasta las épocas contemporáneas ó recientes. Lo cual está demostrado por los grandes desmontes de ripio con fragmentos angulosos que sobre los aluviones cuartarios se han depositado en la desembocadura de cada quebrada lateral de las que afluyen á los valles principales.

Estas nuevas inundaciones no han tenido el carácter de grandiosidad ni las proporciones de estupenda escala en que las evoluciones geológicas se han producido; pueden haber tenido su origen en fenómenos glaciales de detalle ó en pequeña escala, que pudieron producirse en las cordilleras después de esa época geológica, y en lluvias abundantes aunque de fuerza ordinaria.

Que esas lluvias han tenido lugar en época reciente, está demostrado también con los restos de vegetación que cubren toda la superficie de las serranías del desierto; restos invisibles, porque la ramas

y el follaje de esa vegetación ha desaparecido en polvo que se llevó el viento esparciendo la simiente que yace inerte pero siempre grata y dispuesta á germinar al más leve riego.

Ningún vestigio visible queda de esa pasada era de fertilidad y verdura: sólo la ve ó la adivina el leñador, que explota como una mina de combustible, inagotable, esos restos de la antigua exhuberancia del desierto.

Obsérvense, por otra parte, aquellos terrenos de composición terrosa, como los tufos traquíticos, las areniscas arcillosas, los grandes bancos de aluvión, y resaltará en el acto el espectáculo extraño que tanto llama la atención del viajero ofreciéndole el á su vista un hacinamiento de columnas, algunos sosteniendo sobre su cabeza fragmentos de un friso ó el arranque de un arco; á veces dispuestas en fila como galerías de un claustro, y presentando en el conjunto el aspecto de una ciudad en ruinas; y así, donde quiera que el terreno ha ofrecido poca resistencia á la erosión, ha quedado en esas impresiones y curiosos aspectos el testimonio irrecusable de la abundancia de las lluvias.

Tenemos entonces á nuestro desierto atacameño en las mismas ó mejores condiciones que otras comarcas actualmente secas, áridas y desoladas, que en edades anteriores fueron lluviosas y fértiles.

El desierto africano de Sahara no está, como el de Atacama, recostado al pie de una colosal nevada cadena de montañas, y sin embargo, y aunque no llueve tampoco, no sufre de una absoluta falta de agua, como es sabido, recibiéndola desde remota distancia subterráneamente.

Sus dunas son como nuestros arenales de la costa marítima que se internan en partes hasta la región central; sus lagos salados son las cuencas secas de nuestros salares, húmedos todavía en la planicie andina; sus *oasis* son nuestras vegas y aguadas; sus *mares*, *behours*, de agua profunda, verde intenso, existen también entre nosotros en los huecos profundos de Aguas Blancas y en los abismos insondables del Salado, afluente del Loa, fríos y dulces, hirvientes y salados como en Copacoya, con sus bocas rasas al nivel del suelo ó fragmentos de un bordo que se levanta bruscamente; también los mamelones cónicos con sus surgideros fríos ó calientes en la cumbre; y en fin sus

corrientes subterráneas que corren entre las estratas de arena y las margosas de sus terrenos terciarios, alumbrando fuentes y vertientes de 50, 100 y 200 litros de agua por segundo.

¿En cuántos puntos de nuestro abandonado Sahara atacameño estarán pugnando por surgir otros tantos veneros espléndidos de agua purísima contenida entre las estratas de las areniscas permeables alternadas con las de greda?

El sistema orográfico estaba ya definitivamente trazado hacia la época de los aluviones postpliocenos, y depositados también los aluviones antiguos que fueron socavados y transportados por los torrentes cuartarios, dejando sólo los restos que á trechos y en angostas zonas se muestran todavía á media falda ó en las crestas de los cordones que bordean los valles del desierto.

Asimismo, el sistema hidrográfico, consecuencia natural de aquél, si no definitivamente distribuído en su sistema actual, principiaba á diseñar la topografía del terreno que durante la época glacial habría de recibir todavía importantes modificaciones.

Los levantamientos bruscos ó lentos; pero evidentemente correlativos á períodos de emersión del continente, tan visibles en los escalones que á modo de anfiteatro se ven ascender desde las actuales playas hacia el interior ó tierra adentro, seguidos de períodos tranquilos, son fenómenos alternativos que han de haber producido también alternativamente, por la acción de los torrentes, los profundos movimientos de relleno y denudación de los aluviones antiguos, hechos que se constatan en la sucesión geológica de la formación de nuestros valles.

La topografía del terreno quedó así, después de aquellas épocas torrenciales, durante el tiempo frío y seco que debió de suceder y sin alcanzar á ser modificada por el período húmedo más reciente, obedeciendo al sistema general orográfico que le trazaba los rasgos principales, y á la distribución hidrográfica que asumía su forma definitiva.

Los ejes de montañas invariablemente dirigidos de norte á sur, con sus estribos ó brazos transversales que compelían á las aguas en el sentido de todos los vientos que llevan hacia el oeste, acabaron por imprimir á este territorio la fisonomía que ya hemos definido, confir-

mando la del doctor Philippi, como un plano inclinado suavemente hacia el oeste.

Cuando nos llegue la ocasión, si el paso á que van estos trabajos lo permite, de exhibir los diversos perfiles del terreno que tenemos trazados en diferentes latitudes para demostrar mejor los caractéres topográficos del terreno, entonces se verá en qué condiciones se produce este hecho, ahorrándonos por ahora el tiempo y espacio necesario para demostrarlo descriptivamente.

Así conocidos los rasgos generales de la geología y topografía del desierto en su fisonomía general, faltaría el estudio atento y cuidadoso de la estratigrafía y la apreciación exacta de los detalles topográficos exteriores para deducir de ellos los inferiores ó subterráneos.

Estos estudios indispensables, repetimos, para poder guiar con razonado criterio y fundadas presunciones al hidróscopo, serían materia de un sistema especial de trabajos quizá fatigosos, por el celo y contracción que exigirían del ingeniero, y quizá en algo costosos si el gobierno emprendiera las obras aconsejadas, pero jamás las dificultades serían razón contra el patriotismo é inteligencia de nuestros ingenieros, ni los gastos, que no podrían exigir desembolso extraordinario al Estado, serían motivo aceptable para negar al norte de Chile el beneficio inmenso del agua indispensable que la naturaleza egoísta oculta allí, como el tesoro de sus metales, en el seno de la tierra.

*(Continuará).*

# ALGUNAS PALABRAS

SOBRE

# LOS YACIMIENTOS CARBONÍFEROS DE CHILE

Al señor Francisco San Roman, ingeniero en jefe de la sección de Minas y Geografía en la Dirección General de Obras Públicas.
Santiago.

Tengo el honor de presentar á Ud. un estudio que, aunque sucinto, mostrará la importancia de su objeto.

Me ha sido sujerido después de una visita muy corta que hice hace poco tiempo, á las explotaciones de la costa de Coronel.

Tiene por objeto llamar la atención de Ud. sobre la extensión y duración de los yacimientos carboníferos actualmente reconocido y mostrarle cuanto importaría el patrocinio del gobierno en favor de esta industria especial del carbón cuyo desarrollo rápido está llamado á llevar al país á un alto grado de prosperidad.

Me consideraría feliz si pudiese contribuír en parte con mis esfuerzos á la obtención de este resultado.

Entre tanto, sírvase aceptar, señor San Roman, la expresión de los sentimientos respetuosos de

E. Lemaître,
Ingeniero.

Santiago, 25 de octubre de 1889.

## CONSIDERACIONES GENERALES

En un país donde la industria metalúrgica ha tomado ya una grande extensión en ramos especiales como beneficio del cobre, oro, plata, etc.; elaboración del salitre y otras sustancias, que necesitan un consumo de combustible relativamente grande, se concibe que el estudio de una serie de yacimientos carboníferos que se han reconocido hasta aquí toma una importancia considerable.

Sin duda, los combustibles del país sirven admirablemente para producir el calor suficiente en los generadores de vapor de todas clases, en los hogares domésticos y aún en la fabricación del gas; pero, cuando se trata de la industria metalúrgica, donde el carbón obra directamente sobre el mineral tratado, se hace forzoso emplear carbones y cokes, importados de otros países del mundo, á un precio subido, solos o mezclados con los productos del país.

No haré sino mencionar las leñas cuya cantidad va disminuyendo cada día y cuyo precio aumenta naturalmente en proporción inversa á medida que los lugares de producción se alejen de los de consumo.

Pero como quiera que sea, en cuanto á la industria tan importante del fierro, no es sino en ciertas fabricaciones especiales donde se emplean los combustibles leñosos, y además, visto el cuadro de este estudio, no tienen más que una importancia secundaria.

En esta época en que es de suprema conveniencia el establecimiento de la metalurgía del fierro en Chile, la importancia de la industria carbonera, de que aquella es tributaria, se muestra á los ojos de todos bajo una faz que hasta ahora no se había tomado en consideración.

Los minerales de fierro, de manganeso etc., propios para la fabricación de los mejores fierros y sus derivados no faltan en Chile; pero el empleo de cokes extranjeros debe necesariamente, vista la elevación del precio, paralizar los esfuerzos que se podrían hacer para llegar á la introducción y al desarrollo de la industria siderúrgica en Chile.

No faltan tampoco como lo veremos después, los combustibles; pero ¿son propios para la fabricación del fierro? Si no lo son ¿no dan ningún indicio de la existencia de yacimientos de hulla de

los terrenos permocarboníferos de los cuales ciertas capas son eminentemente propias para obtener el coke metalúrjico?

Esta simple reflexión bastará para mostrar la duración y la dificultad de la tarea necesaria para llegar á conclusiones ciertas relativamente á su objeto tan considerable como digno de atención.

Si se recorre la región Sur de Chile, uno se sorprende al ver el sin número de explotaciones hulleras en actividad.

Desde Tomé hasta Lebu, en la costa y en el interior, los asientos de explotación de Dichato, las importantes minas de Puchoco de las que una parte están inundadas, las de la Boca del Maule y del Buen Retiro en Coronel, las instalaciones modelos de la familia Cousiño en Lota y las hulleras del señor Maximiano Errázuriz en Lebu así como los asientos de Penco y Carampangue en el interior, bastarán á dar una idea de los yacimientos en esa parte del país.

Si se lleva más lejos la investigación, se encuentra una cantidad de crestones en los alrededores de Ancud, en toda la amplitud de esa región y en la punta extrema sur del territorio de Magallanes.

Se puede pues decir que el territorio chileno comprendido entre los paralelos de Concepción y de Punta Arenas, es un vasto receptáculo donde está condensada la mayor parte de los yacimientos carboníferos del país.

Muchas minas están inundadas de una manera tal vez irremediable, pero cuando la urgencia se haga sentir, otras explotaciones se abrirán, y con el concurso de especialistas en la materia, las condiciones de garantía y seguridad suficientes serán empleadas para evitar esos accidentes cuya espontaneidad ocasiona á veces catástrofes que cuestan la vida de un gran número de trabajadores.

Independientemente de este conjunto de formaciones del Sur, existe en la Ternera, en el Desierto de Atacama, un yacimiento del cual he tenido ocasión de estudiar algunas muestras de rocas y de combustibles que figuran en las colecciones de la Comisión Exploradora de Atacama.

Este yacimiento, según se me ha dicho, se explotaba por medio de una galería horizontal de 200 metros de largo más ó menos.

He tenido la oportunidad de ver los sistemas de explotación de ciertas capas de la costa, que sólo mencionaré, porque el estudio del

trabajo subterráneo es completamente independiente del que hacemos en este momento.

---

## ALGUNAS PALABRAS BAJO EL PUNTO DE VISTA GEOLÓGICO

Empezaré por hablar del yacimiento de la Ternera, en Copiapó; en seguida del de Coronel, mostrando brevemente ciertas condiciones especiales que parecen unirlo al de Lota, y finalmente de algunos indicios encontrados en los alrrededores de Lebu, que muy bien podrían probar que esa región no está muy distante del terreno carbonífero verdadero.

Yacimiento de la Ternera (Copiapó).—La mina de la Ternera debe estar á esta hora ó derrumbada ó inundada.

El estudio de las muestras no me ha permitido constatar si el yacimiento estaba en su posición natural de formación ó en una posición invertida; no se tampoco que se haya hecho un corte perfecto de los terrenos encontrados, así como de las capas de hulla, con todos los caracteres que le son propios; posición, composición, corrida, inclinación y dirección. Sería, pues, un estudio que debería emprenderse en los mismos lugares.

Las piedras y los combustibles que he tenido en las manos estaban en un estado de alteración bastante sensible para exponer á errores en la apreciación ó á lo menos no permitir sino una seguridad relativa en las conclusiones, la que sería necesario comprobar con una especial exploración y estudio, vista su importancia.

Ellas conducirían no más que á probar la fundada persuación de encontrarnos en presencia de los terrenos carboníferos superiores.

La hulla de esta región, con sus quebraduras planas en varias direcciones paralelas (de cuyo modo de presentarse depende á veces el sistema de explotación adaptable), presenta un aspecto brillante, de color perfectamente negro, no mancha los dedos y es análogo al carbón de ciertas capas poco gaseosas explotadas en Bélgica.

Las rocas intermediarias están formadas de esquistos y areniscas con todos los medios términos de la transición de uno al otro.

Se pueden clasificar como sigue:

1.º Arenisca parduzca, con ó sin impresiones vegetales, con ó sin cristales de pirita.

2.º Roca negra fuertemente arenosa con granos sumamente brillantes.

3.º Roca que tira á esquisto, pero que raya todavía el vidrio en algunas de sus partes.

4.º Roca esquistosa compacta.

5.º Roca esquistosa, hojosa, en forma de pizarra, presentando impresiones de helechos de hojas triangulares, largas, con el lado menor pegado al tallo, y presentando bastante analogía con los *alethopterix* del terreno carbonífero inferior.

6.º Roca esquistosa negra, con quebraduras numerosas y brilantes.

Todas estas rocas son semejantes á las que en las explotaciones del país de Charleroi (Bélgica) los mineros llaman respectivamente como sigue: *Grès ou querelle, roc querelleux, roc, toit, faux toit ou faux mur.*

Estos caracteres que vendrían á corroborar el estudio industrial, hacen clasificar este yacimiento en la parte inferior del terreno permo-carbonífero.

Yacimiento de Coronel.—*Superficie y terrenos superiores (de recouvrement).* La región está bastante accidentada en la parte sureste, sobre todo, donde los terrenos presentan muchas quebraduras en algunos puntos. Existen también fallas que deben afectar á las capas subyacentes.

Los terrenos superiores son poco conocidos y generalmente formados de un depósito marino moderno, dejado por las aguas del Océano, pero un poco más abajo no es bien conocida la composición del terreno bajo el cual abren los criaderos carboníferos.

*Terrenos de la base.*—Parece que el yacimiento de Coronel descansa sobre los mica-esquistos y por consiguiente la serie de las extratificaciones debe ser completa, cualquiera que sea la edad de la formación geológica correspondiente.

*Terrenos de la formación encajante é intermediarios*—Los terrenos intermediarios están también muy poco reconocidos. Hay pocos

reconocimientos, y los caracteres encontrados en las pocas galerías de cortada no son conocidos, por no constar sus indicaciones en planos geológicos ó registros que deberían ser llevados con tan importante objeto.

Tales planos é indicaciones son de una importancia muy preciosa en una explotación bien organizada, porque sólo así se tienen los medios de guiarse subterráneamente con la luz necesaria para salvar los accidentes, encontrar las capas perdidas por interposición de una falla, etc. Sin embargo, entre dos capas consecutivas se puede descubrir á la simple vista que son las transiciones de la roca del cielo de la capa inferior á la del piso de la capa superior.

Las rocas encajantes de la hulla están formadas por una mezcla de materia arenosa llamada en el país tosca, con un esquisto negro de aspecto de filadio ó pizarra, de materia arcillosa, grasa (*Tosca arcillosa negra*), que debe servir admirablemente para la fabricación de productos refractarios de todas las categorías, mezclándola con arenas y cementos á propósito.

En las mismas capas hay una piedra arenosa que sirve para hacer albañilería seca de sostenimiento *(caliza arenisca)* y además una materia poco resistente formada de una mezcla de tierra y carbón *(tosca negra)*.

Los esquitos hojosos negros se asemejan bastante á la pizarra y encierran algunas veces impresiones vegetales.

*Capas.*—El yacimiento de Coronel, explotado en una extensión bastante grande por chiflones, contiene cinco capas en explotación, perfectamente regulares, de dirección N. NE. y de una inclinación media hacia el oeste de 7 grados más ó menos. (Estas indicaciones no son sino aproximadas, á causa de la imperfección de los instrumentos que tenía á mi disposición.)

La hulla extraída en Coronel presenta algunas raras veces una textura vegetal bastante caracterizada; reducida á polvo, mancha los dedos de pardo sucio; expuesta al aire, su color, que al momento de la extracción era de un negro brillante, se cambia en aspecto más empañado.

Encierra algunas veces, impresiones vegetales de un negro mate que consideran como indicios de buena calidad.

Esos caracteres son los de las lignitas de los terrenos secundarios y terciario inferior.

Partiendo de las inferiores la composición de las capas es la siguiente:

1.º Carbón en un solo lecho, de 1.$^{m}$00 de potencia, con un cielo compuesto de una roca esquistosa negra y un piso de una piedra esquistosa negruzca, hojosa.

2.º Carbón en dos lechos separados por una piedra dura arenosa, cuyo espesor varía entre 0.$^{m}$01 y 0.$^{m}$30.

El lecho inferior tiene una potencia de 0.$^{m}$20 y el superior un poder de 0.$^{m}$70.

El cielo está formado de una roca esquistosa negra y el piso de una piedra bastente arenosa.

3.º Carbón en un solo lecho de 1.$^{m}$20 de poder con cielo y piso en roca arenosa.

4.º Carbón en dos lechos separados por una piedra esquistosa bastante dura, cuyo grueso varía en 0.$^{m}$37 y 0.$^{m}$07.

El lecho inferior no pasa de 0.$^{m}$10 de potencia, y el lecho superior alcanza 0.$^{m}$85.

La roca del cielo es un esquisto arcilloso bastante claro; el piso es compuesto de un esquisto negro hojoso.

5.º Carbón en un solo lecho de 1.$^{m}$00 de poder, cuya parte superior se convierte en una piedra particular compuesta de guijarros.

El cielo está constituído por una piedra arenosa blanca y el piso de un esquisto negro graso.

Las distancias perpendiculares entre las capas son respectivamente de abajo á arriba de 15, 22, 6 y 8 metros, y son con la composición de las mismas los únicos elementos que existen para establecer la posición de las capas.

Las capas presentan superficies irregulares de ruptura propias de los combustibles de esta categoría, pero esta manera que quebrarse no puede tener influencia alguna sobre el sistema de explotación empleado; sistema inglés ó imitación, con galerías y pilares, galerías de avance y abatimiento de los pilares á la vuelta, dejando derrumbar el terreno en pos.

La mayor parte de estas capas no presentan hendiduras, lo cual hace el trabajo de voltear bastante difícil.

Se ha constatado, algunas veces, la presencia del gas *grisou*, pero en cantidad tan pequeña que podían alejarlo agitando el aire con abanicos ó con trapos; es decir, que la ventilación es rudimentaria todavía en aquellas minas.

*Corrida general de la cuenca.*—En general, el carácter dominante es la regularidad. La dirección media es N. N. E. y la inclinación hacia el oeste, como ya lo hemos visto, es en término medio de siete grados. Sin embargo, en hondura parece disminuír hasta formar una superficie horizontal del lado de la llanura. El yacimiento se encuentra en su posición natural de formación.

Todas las capas vienen á asomar al sol contra la pendiente de la montaña del lado del mar y los reventones se entremezclan con los terrenos más recientes, dando lugar á productos impuros que pueden todavía, en rigor, ser considerados como combustibles.

Las arcillas de los alrrededores son á propósito para la fabricación de ladrillos.

Los estudios técnicos no están bastante adelantados para hacer saber si los otros crestones de mantos pertenecen á capas distintas ó son las mismas de que acabamos de hablar.

*Accidentes en los terrenos.*—Son poco numerosos y poco consecuentes, ó bien no hacen mudar de posición las capas, mas que de una parte de su espesor, ó el desplazamiento no es sino de pocos metros. Desgraciadamente, no están bastante reconocidos y no se puede dar una idea bien aproximada de su posición, de su dirección y de su inclinación, sino en cuando se puede juzgar por el dicho de los mayordomos ó antiguos mineros, cuya memoria es el único depositario de circunstancias que deberían considerarse como de la mayor importancia y consignarlas en los archivos de la mina. (Por consiguiente, no deben extrañarse las perturbaciones que pueden suceder en los trabajos de una mina poco racionalmente dirigida).

Parece existir una falla pequeña que corre N. N. O. entre las explotaciones inundadas y las que están actualmente en actividad. Dos de otras pequeñas fallas, de las cuales una es más ó menos perpen-

dicular y la otra paralela á la primera, desvían muy poco los yacimientos.

Entre Lota y Coronel se supone la existencia de una gran falla de botamiento contra la cual vendrían á estrellarse en profundidad los mantos de Lota.

El espacio estéril entre Lota y Coronel habría sido hecho, por consiguiente, por la erosión de las partes superiores de las capas de Coronel, que el movimiento de la falla impulsó hacia arriba en el momento de su formación.

Los otros accidentes que afectan al yacimiento son debidos á compresiones y dislocaciones de poca importancia.

Sería interesante conocer perfectamente la ley que rige la formación de las fallas en esta región.

Desgraciadamente, el interés de la explotación se contrae solamente á la extracción actual, sin que los explotadores se tomen trabajo alguno por estudiar la economía que podría resultar para las explotaciones ulteriores, la supresión de trabajos inútiles que un conocimiento perfecto del sub-suelo puede evitar.

*Analogía de Coronel con Lota.*—Acabamos de ver que se supone la existencia de una gran falla en dirección N. N. E.

Las relaciones que existen entre la inclinación y la dirección de las capas, la composición de los combustibles, el empleo industrial de los terrenos intermediarios en productos refractarios, etc., son otros tantos indicios que permiten suponer que los yacimientos de Lota y Coronel serían dos partes de un mismo yacimiento separado por la falla cuya mención acabamos de hacer.

Si se pudiera tener planos exactos de los trabajos subterráneos de todas estas minas relacionándolas respectivamente, y un plano de superficie sobre el cual se pudiera figurar todos los accidentes, nada sería más fácil que estudiar la sinonimía de las capas de una manera segura como se hace en Bélgica, en Francia y otros países cuyos gobiernos rodean de una solicitud particular esas industrias carboníferas que son las principales fuentes de su prosperidad.

*Impresiones de rocas de los alrrededores de Lebu.*—Se han encontrado en los alrrededores de las hulleras de Lebu, rocas con impresiones de fósiles vegetales pertenecientes á la formación permo carbonífera.

Si es exacto el hecho, es de la más alta importancia porque se podría en esos lugares, con indagaciones quizá poco costosas, pero emprendidas después de un estudio y una observación razonada de los lugares, llegar al mismo terreno carbonífero propiamente dicho, en el cual ciertas capas dan carbón apropósito para la fabricación del coke metalúrgico, como ya lo hemos observado anteriormente.

En resumen, aparte de los carbones de la Ternera, los combustibles actualmente descubiertos en Chile pertenecen á las formaciones lignitíferas de los terrenos secundario y terciario.

Vamos á pasar en revista los usos en que tienen mayor aplicación y los ensayos de que han sido objeto.

---

## ENSAYOS Y USOS INDUSTRIALES

*Hulla de la Ternera.*—Este carbón, brillante en sus numerosos planos de ruptura, circunstancia á la cual debe este aspecto cristalino, particular á los carbones poco grasosos, presenta al cabo de un cierto tiempo de exposición al aire una superficie exterior mate, pero queda siempre negro.

Expuesto á la acción del fuego, al aire libre, se quema, pero sin llama, de la superficie hasta el centro, poco á poco, sin hincharse, sin dar alquitrán, ni dar coke, ni humo negro. Al cabo de cierto tiempo se desmenuza en pedazos muy tenues.

La composición de esta hulla es la siguiente:

| | |
|---|---|
| Humedad | 0.50% |
| Materia volátiles en vaso cerrado | 5.60% |
| Pérdida por la calcinación | 4.00% |
| Materias fijas y carbón | 89.90% |
| | 100.00 |

El polvo de aquellas hullas queda siempre negro y no mancha los dedos como las de las otras explotaciones, además, no muda de aspecto ni por la destilación ni por la calcinación.

En la destilación la tapa del crisol se cubre interiormente de un depósito graso negro, que desaparece por completo á la llama azul de la lámpara Bunsen.

Por esto se ve que la composición de esas hullas secas se asemejan mucho á la de los carbones de la parte inferior del yacimiento del país de Charleroi.

Como quiera que sea, el carbón de la Ternera no puede pertenecer á otra categoría, porque las hullas superiores, que dan coke, no pierden por la exposición al aire la propiedad de hincharse y de recibir un principio de fusión.

Como este carbón arde con mucha dificultad, si bien el calórico desarrollado es considerable, el tiraje excepcional que necesita lo hace inaplicable para los generadores de vapor y para los usos domésticos.

La estructura no es leñosa como en la lignita y su color no se cambia de negro en pardo sucio.

Indicio importante es este para afirmarse en la probabilidad de existir en Chile los terrenos permo-carboníferos. Esas hullas no son, sin embargo, adaptables á ningún empleo industrial á pesar de su gran poder calorífero.

Muy difíciles para encender y quemar, exigen además chimeneas muy buenas y de tiro muy fuerte. Por otra parte el yacimiento está colocado en un lugar donde su explotación no se puede hacer de un modo económico.

Su desagregación á la acción del fuego en un número incalculable de pedacitos, constituye también un obstáculo para su empleo en los hornos de cualquier naturaleza que sean.

En cuanto á sus aplicaciones útiles, serviría en los hornos para fabricar materiales de construcción, cal y ladrillo, y podría servir también para la industria de los *aglomerados* de hulla, si pudiese obtenerse brea á un precio regular.

*Lignitas del sur.*—Gozan casi todas de las mismas propiedades: hablar de unas es hablar de las otras.

Algunas veces presentan la textura leñosa, y sus quebraduras son brillantes.

Encierran de vez en cuando una impresión vegetal de un color negro mate que considerán como señal de buena calidad.

Reducidos á polvo tenue, como lo hemos ya visto anteriormente, manchan los dedos de color pardo sucio, color que toman, por otra parte, después de algún tiempo de exposición al aire.

Se queman con humo negro abundante. La combustión se hace, pues, de una manera incompleta, arrastrando los gases por la chimenea una porción de carbón que se pierde sin provecho alguno.

Las lignitas del sur, vista la proporción considerable de materias volátiles que encierran, pueden servir para la fabricación del gas de alumbrado.

En los hogares domésticos, se observa á veces la transformación de un pedazo de lignita en coke, después de haberse hinchado y haber destilado materias volátiles y alquitrán, pero tal coke, aunque sonoro y de color plateado, es siempre poco resistente.

Aparte de los hogares domésticos y de su aplicación á los calderos, las lignitas del sur sirven, en mezcla con combustibles extranjeros, á ciertos usos metalúrgicos.

Raros han sido, sin embargo, hasta ahora los ensayos verdaderamente industriales hechos en el sentido de obtener coke metalúrgico y esos lo fueron en condiciones tan irracionales, que no pudieron jamás dar resultado alguno.

Con ensayos perfectamente estudiados, quien sabe si no se conseguiría algo en este camino. Es verdad, sin embargo, que el coke resultante sería siempre de no mucha resistencia para aplicarlo á la fundición de minerales de hierro en altos hornos.

La composición media de las lignitas es, más ó menos, la siguiente:

| | |
|---|---|
| Agua..... | 2 á 3 |
| Materia vol..... | 40 á 45 |
| Coke fijo..... | 55 á 50 |
| Cenizas..... | 3 á 2 |

Su poder calorífero se aparta poco de 6000 calorías.

Una ventaja de estos yacimientos del sur consiste en que ellos mismos contienen, ya aplicando las rocas directamente ó transformándolas en ladrillos, los materiales refractarios para las diversas

construcciones del horno aún las que deban resistir al mayor calor.

Algunos buenos análisis cuantitativos de las lignitas y sus cenizas y estudios calorimétricos exactos que podrían compararse en sus resultados con las conclusiones prácticas de los resultados industriales, pondrían aún más de relieve la evidente riqueza de los combustibles chilenos.

Los ensayos hechos hasta ahora lo han sido tomando partes diversas de una misma capa ó de varias quizá, pero es sabido que muy á menudo, por muy próximo que estén entre sí los lechos carboníferos pueden, no obstante, estar dotados de propiedades muy diferentes ó casi opuestas.

Es, por lo tanto, racional operar separadamente para cada uno de los lechos y reunir en seguida las que se asemejan por sus propiedades.

---

## EXTENSIÓN, IMPORTANCIA Y DURACIÓN PROBABLE DE LOS YACIMIENTOS RECONOCIDOS HASTA AHORA

Aparte de las explotaciones en actividad, se encuentran entre los paralelos de Concepción y de Punta Arenas muchísimas manifestaciones exteriores de lignita.

Se puede, pues, considerar que esta extensión de territorio encierra la mayor parte de los yacimientos carboníferos del país.

La superficie total de esta región austral de Chile es más ó menos de 7,000 leguas cuadradas.

Supongamos que condensadas en la quincuagésima parte de esta extensión la totalidad de las capas carboníferas y esta fracción no resultará exagerada si se calcula la superficie en que yacen los depósitos carboníferos ya descubiertos y conocidos.

La potencia en carbón para las minas de Coronel es de 5 metros repartida en un grueso de terreno de 51 metros, lo que da $\frac{1}{10}$ como potencia total de la riqueza lignitífera.

Esta proporción es casi doble de la correspondiente á la cuenca

de Saône et Loire considerado como el más rico de Europa é igual á sólo $\frac{1}{18}$.

Aunque los accidentes sean de poca consecuencia, consideramos que, con lo dejado en los macizos y otras causas, se pierda $\frac{1}{3}$ de la producción considerada como igualmente repartida en toda la superficie. Así en toneladas métricas y por hectárea, la extracción se elevaría á

$$\frac{10000 \times 1.50 \times 5.00 \times 0.8}{\cos.\ 7.^{o}} \times \frac{2}{3} = 46800$$

En esta fórmula, 1.50 representa el coeficiente de rendimiento de un métro cúbico de hulla; 0.8 es el peso de un metro cúbico de hulla extraída; y cos. 7.° es el coseno del ángulo de inclinación. Digamos en número redondo 45,000 toneladas por hectárea.

Para una extensión anual de 135,000 toneladas, bastará con explotar una superficie de 3 hectáreas, en cuyas condiciones una concesión de 300 hectáreas daría en 100 años una producción de 13.500,000 toneladas.

Estas cifras son demasiado elevadas para una apreciación basada en elementos generales y deben entenderse sólo aplicables á la región de Coronel que es excepcionalmente rica.

Para otros puntos habrá que tomar otra media más baja.

Por ejemplo, en Lebu la potencia de las capas explotadas no pasa de 3 metros, y tomando el término medio con Coronel resulta $\frac{5^{m} + 3^{m}}{2} = 4$ ms, que sería más general.

Haciendo el mismo cálculo anterior, vemos que la potencia total de la producción alcanzaría la suma de

$$\frac{7000}{500} \times \frac{10000 \times 1600 \times 400 \times 1.50 \times 0.80}{\cos.\ 7.^{o}} \times \frac{2}{3} = 8''134'.\ 560{,}000 \text{ toneladas.}$$

Supongamos ahora un consumo anual de 40.000,000 de toneladas, lo que es enorme, pues representa la $\frac{1}{3}$ parte del consumo de Inglaterra, en cuyo caso se podría lanzar al comercio durante 200 años á lo menos, las lignitas de la región sur de Chile.

Tal fuente de riqueza es por sí sola bien digna de merecer la más atenta consideración de los hombres de gobierno que velan por los grandes intereses del país.

---

## CONCLUSIONES

De lo que precede, podemos concluír que Chile no encierra hasta el presente combustibles á propósito para ser empleados por sí mismos ó por transformación á la metalurgia del fierro. No queremos decir con esto que no existe, ni menos dudar de la probabilidad de su existencia.

Lo lamentable es que la actual riqueza carbonífera de Chile no se estime en lo bastante para prestarle más atención, sometiendo á métodos más perfeccionados su explotación bajo los múltiples objetos de la economía, la seguridad y la mayor producción.

Suponiendo que el empleo de las lignitas, cualquiera que sean los ensayos que se hagan, no dé jamás un producto á propósito para los usos en las industrias metalúrgicas, no obstante, la posición que estas capas carboníferas ocupan en la sucesión de las edades geológicas, muestra claramente que una parte de las series inferiores falta, y es precisamente en esta serie donde debemos encontrar los carbones á propósito para las industrias de que tratamos.

Por otra parte, las hullas sin gas del yacimiento de la Ternera y las impresiones de los alrededores de Lebu muestran que tales series existen, tal vez incompletas en estas regiones, pero no hay razón para suponer su ausencia en toda la extensión de un territorio tan vasto y abundante en caracteres favorables.

El estudio y conocimiento del sub-suelo chileno se hace por tal razón indispensable y de alto interés tanto bajo el punto de vista geológico cuanto por el interés industrial y á fin de poder seguir una marcha segura en la instalación de grandes trabajos. Convendría para tales fines organizar una comisión, que, con el concurso de los ingenieros de minas empleados en las diversas explotaciones, pueda estudiar perfectamente los diversos yacimientos.

Generalmente, en las industrias extractivas nacientes, el servicio técnico se hace mal.

Es una grave circunstancia, porque es fácil imaginar de cuanta importancia y utilidad práctica son los planos de conjunto que figurando en su posición todas las capas carboníferas permitan establecer su sinominía y la ley que rige en los accidentes del terreno. Tales planos generales, hechos poco á poco, reuniendo los planos parciales que en toda explotación deben llevarse con toda proligidad y cuidado, constituyen el más poderoso auxiliar en las indagaciones y descubrimientos.

No puedo creer que un propietario de minas pueda negarse á levantar un plano completo de sus instalaciones, tanto de los subterráneos como los de las de superficie, y de las corridas y caracteres que se manifiestan al sol.

Un servicio técnico bien organizado en un asiento carbonífero suple á muchas necesidades y evita el marchar á ciegas perdiendo la posesión de las capas ó dando las facilidades para encontrarlas é impidiendo los accidentes desgraciados como los de inundación y otros.

Llevando nota de todas estas circunstancias se puede determinar si ciertos crestones ó corridas de mantos carboníferos pertenecen á otros ya conocidos ó si son independientes ó extraños á las explotaciones ya establecidas.

Esta somera idea, señor San Román, es sin duda, bien incompleta como estudio, pero considerando que mi visita á Coronel no ha sido sino una simple vista de ojo, nada más he podido exponer á usted que estas pocas ideas generales.

Sin embargo, espero que dará una idea bastante precisa sobre la importancia de estudiar de una manera minuciosa bajo el doble punto de vista industrial y científico toda la vasta extensión que ocupa en Chile la región carbonífera.

PROYECTO DE UN PUENTE

# SOBRE EL RIO COQUIMBO EN LA SERENA

CAMINO CENTRAL DE LA REPÚBLICA

| | | |
|---|---|---|
| Datos.... | Longitud..... | 126 ms. |
| | Ancho..... | 5 » |
| | Altura máxima..... | 3.30 |
| | Número de tramos 7, cada uno de... | 18.— |
| | Valor por metro lineal..... | $ 137.01 |
| | Id. total..... | » 17264.— |

## CAPÍTULO I

### Descripción

El puente en proyecto es para construírlo sobre el río Coquimbo en la Serena, frente á la calle Barranca del Mar, y en el camino general del norte de la República, y como 50 metros aguas arriba del puente del ferrocarril. Sirve para unir además la Serena con los numerosos minerales que se encuentran al norte del expresado río, haciendas, etc.

El puente es de madera y fierro, apoyado en estribos formados por pilotes de doble riel y sobre cepas de la misma clase. Se compone de 7 tramos de 18 metros de luz cada uno, y 5 metros de ancho, incluyendo los andenes.

El tipo elegido es el Monhié de viga cimbrada de $3.^{m}10$ de alto en el centro y $1.^{m}98$ en los apoyos.

Calculado con los diversos casos de carga, no ha dado para la madera más de 60 k. por centímetro cuadrado.

Los terraplenes de acceso miden de largo 40 metros del lado sur y 30 metros del lado norte y su ancho en la parte superior es de 10 metros.

## CAPÍTULO II

### Especificaciones

MADERAS: Todas deben ser de roble pellín.

#### 1.º MADERAS PARA EL PUENTE

| | | |
|---|---|---|
| 16 | Amarras horizontales para cepas y estribos | $0.^{m}15 \times 0.^{m}30 \times 6.^{m}20$ |
| 24 | Id. digonales para id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}20 \times 5.^{m}50$ |
| 8 | Cabezales | $0.^{m}25 \times 0.^{m}25 \times 6.^{m}30$ |
| 84 | Tablones para armar faja superior | $0.^{m}10 \times 0.^{m}30 \times 9.^{m}25$ |
| 84 | Id. id. id. inferior | $0.^{m}10 \times 0.^{m}30 \times 9.^{m}25$ |
| 130 | Viguetas | $0.^{m}28 \times 0.^{m}35 \times 7.^{m}50$ |
| 16 | Montantes de coronación | $0.^{m}20 \times 0.^{m}20 \times 1.^{m}70$ |
| 28 | Id. intermedios | $0.^{m}16 \times 0.^{m}15 \times 1.^{m}85$ |
| 28 | Id. id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 2.^{m}20$ |
| 28 | Id. id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 2.^{m}40$ |
| 28 | Id. id | $0.^{m}16 \times 0.^{m}15 \times 2.^{m}50$ |
| 28 | Diagonales | $0.^{m}22 \times 0.^{m}22 \times 2.^{m}50$ |
| 28 | Id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 2.^{m}80$ |
| 28 | Id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}16 \times 2.^{m}90$ |
| 28 | Id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 3.^{m}—$ |
| 28 | Id | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 3.^{m}—$ |
| 207 | Tablones para piso inferior | $0.^{m}12 \times 0.^{m}30 \times 10.^{m}—$ |
| 166 | Id. id. superior | $0.^{m}05 \times 0.^{m}30 \times 10.^{m}—$ |
| 27 | Piezas guarda ruedas | $0.^{m}25 \times 0.^{m}25 \times 10.^{m}—$ |
| 27 | Id. fajas | $0.^{m}10 \times 0.^{m}15 \times 10.^{m}—$ |
| 124 | Brazos | $0.^{m}15 \times 0.^{m}15 \times 2.^{m}—$ |

2.º MADERA PARA LOS ESTRIBOS

| | | |
|---|---|---|
| 16 | Tablones | $0.^{m}12 \times 0.^{m}30 \times 7.^{m}30$ |
| 32 | Id. | $0.^{m}12 \times 0.^{m}30 \times 5.^{m}$— |
| 4 | Piezas | $0.^{m}25 \times 0.^{m}25 \times 5.^{m}50$ |

FERRETERÍA

| | | | |
|---|---|---|---|
| 532 | Pernos para armar vigas | | 1" × 12" |
| 428 | Id. | mixtos.. redonda | 1" × 12" |
| | | plana | $\frac{3}{4}$" × $3\frac{1}{2}$" × $13\frac{3}{4}$" |
| 36 | Id. | id. redonda | 1" × $21\frac{1}{2}$" |
| | | plana | $\frac{3}{4}$" × $3\frac{1}{2}$" × $13\frac{3}{4}$" |
| 70 | Id. | id | 1" × 8" |
| 448 | Id. | id. y otros | 1" × 6". |
| 112 | Id. | montantes con viguetas | 1" × 28" |
| 18 | Id. | id. id. id... | 1" × 30" |
| 1092 | Id. | para escuadras | $\frac{1}{2}$" × $5\frac{1}{8}$" |
| 54 | Id. | para escuadras | $\frac{1}{2}$" × $10\frac{1}{2}$" |
| 4 | Escuadras | | $\frac{800 \times 100}{.10} \times 128$ metros. |
| 8 | Quintales clavos de | | 7" |
| $3\frac{1}{2}$ | Id. | id | 4" |

PINTURA

27 Tarros linaza, aceite.
2 Manos de pintura de minio á toda la madera.

TERRAPLENES

$840^{ms3}$ de terraplenes para los estribos y caminos de acceso.

## CAPÍTULO III

### Presupuesto

A.—MADERAS

| | | |
|---|---|---|
| Por $305^{ms3}340$ de madera de roble á \$ 18 el metro cúbico | \$ 5496 12 | |
| Por 10% para andamios, despuntes, etc. | 549 61 | |
| | | \$ 6045 73 |

B.—FERRETERÍA

| | | |
|---|---|---|
| Por 13514 k. de fierro elaborado a 21 cts. el kilógramo..... | 2837 94 | |
| Por 11½ Quintales clavos de 4" y 7" á $ 10 quintal..... | 115 — | |
| | | 2952 94 |

C.—TEBRAPLENES

| | | |
|---|---|---|
| Por 840$^{ms3}$ de terraplenes á 35 cts. el metro cúbico..... | 294 — | |
| | | 294 — |

D.—PINTURA

| | | |
|---|---|---|
| Por 27 tarros de aceite de linaza á $ 11.50 el tarro..... | 310 50 | |
| Por dos manos de pintura de minio á los 126 ms. á $ 2.50 el metro lineal.. | 315 — | |
| | | 625 50 |

E.—OBRA DE MANO

| | | |
|---|---|---|
| Por preparar las maderas y armar 126 ms. de puente á $ 36 el metro lineal.. | 4536 — | |
| | | 4536 — |

F.—TRASPORTES

| | | |
|---|---|---|
| Por trasportes de los materiales de diversos puntos al pie de la obra..... | 1000 — | |
| | | 1000 — |

G.—VARIOS

| | | |
|---|---|---|
| Por seis meses sueldo de un guardián á $ 30 | 180 — | |
| Por arriendo de habitaciones para obreros y útiles..... | 60 — | |
| | | 240 — |

H.—IMPREVISTOS

| | | |
|---|---|---|
| Por imprevistos, etc..... | 1569 85 | |
| | | 1569 85 |
| Total..... | | $ 17264 00 |

El costo total asciende á diez y siete mil doscientos sesenta y cuatro pesos.

Santiago, 25 de Noviembre de 1889.

# PUENTE DE LIMACHE

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Datos..... | 2 | tramos de 18 metros | = 36 | |
| | 3 | id. de 21 id. | = 63 | |
| | | Longitud | = 99 metros. | |

## I

### Descripción

El puente tubular proyectado para el estero de Limache, en la ciudad de este nombre, tiene una longitud de 99 metros y se compone de tres tramos centrales de 21 metros y dos extremales de 18 metros cada uno.

Es de una sola vía de 5 metros de claro con dos andenes de 1 metro 30 de ancho.

Los estribos y machones están formados de albañilería de piedra bolón en las fundaciones de los cimientos y emplantillados y de piedra devastada en todo el revestimiento de los macizos exteriores.

La viga tubular de madera y fierro con tirantes de alambre, soporta un tablero de cinco vigas longitudinales con un doble entablado diagonal.

El lecho del estero de Limache, está compuesto en esta parte de cascajo delgado y arena gruesa, sin que exista cauce profundo en toda esta zona, por lo cual creo que dando 4.$^{m}$50 de profundidad á los machones de albañilería, se salva la zona, límite de las socavaciones.

## II

### Especificaciones

#### 1.º FUNDACIONES

Las fundaciones de los Estribos, de las Alas y de los Machones, se componen de tres partes:—A. *Macizo exterior* ó parte comprendida sobre el nivel actual del terreno; B. *Cimiento* y C. *Emplantillado de base.*

#### A.—MACIZO EXTERIOR

1.º Para los estribos, tendrán una longitud de ocho metros sesenta centímetros (8.$^{m}$60) y un ancho en su coronación de un metro setenta centímetros (1$^{m}$70), ligándose por sus extremos á las alas y ofreciendo en sus costados un talud de un 8 por ciento.

2.º Para las alas, tendrá una longitud de 5 metros á cada lado del puente con una altura de 1.$^{m}$30 sobre el plan de la vía y un ancho de 0.$^{m}$70, prolongándose en seguida hasta ligarse al cimiento con taludes de un 8 por ciento.

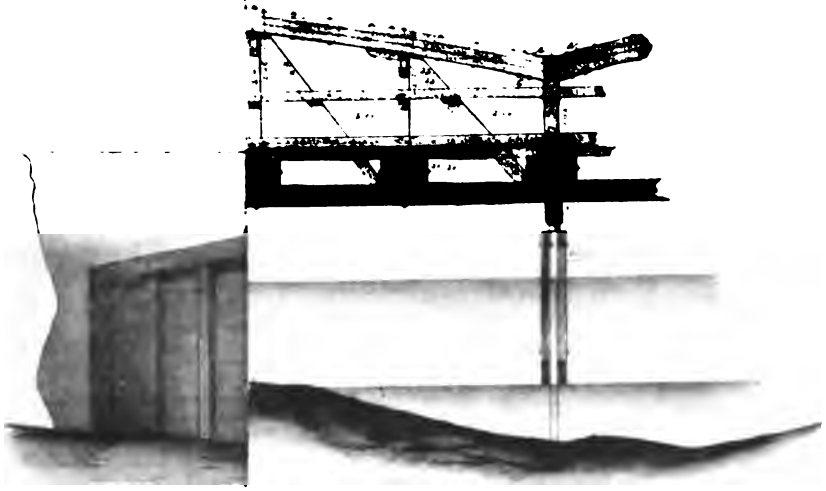
3.º Para los machones ó apoyos intermedios, tendrá una longitud de 10 metros noventa centímetros (10.$^{m}$90) y un ancho en su coronación, de un metro setenta centímetros (1.$^{m}$70) siendo en semicírculo la extremidad de aguas abajo y en arco ojival la de aguas arribas. Los paramentos tendrán un talud de un 8 por ciento.

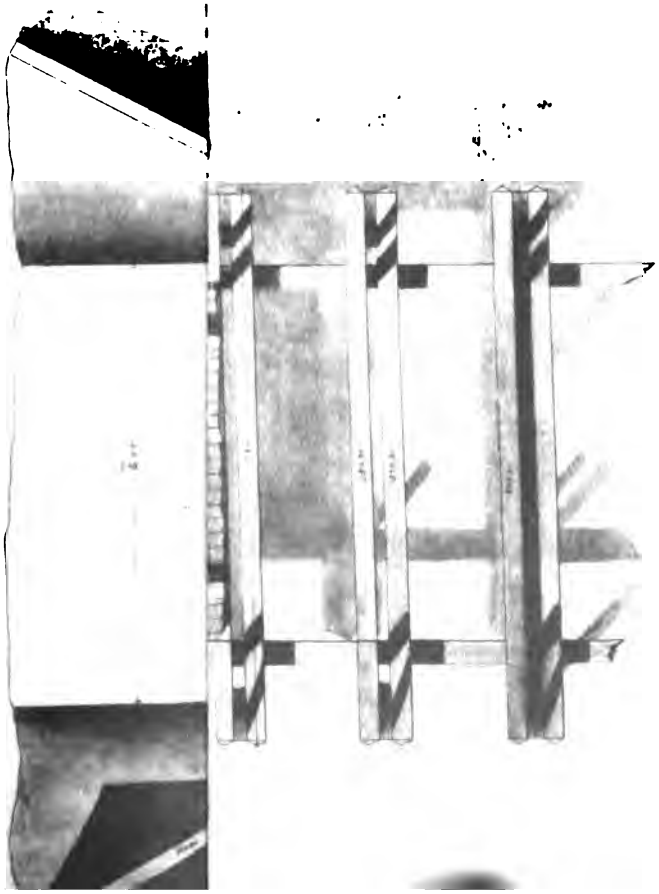
#### B.—CIMIENTO

Atendiendo á la naturaleza del suelo sólo se dará á los cimientos, bajo el nivel actual del terreno, una profundidad de tres metros (3.$^{m}$) en los estribos, de tres metros cincuenta centímetros (3,$^{m}$50) en los dos machones extremos y cuatro metros (4.$^{m}$) en los dos machones medios.

Tendrá en todos sentidos una banqueta de 0.$^{m}$20 y sus paramentos serán verticales.

# COQUIMBO





## II

### Especificaciones

#### 1.º FUNDACIONES

Las fundaciones de los Estribos, de las Alas y de los Machon se componen de tres partes:—A. *Macizo exterior* ó parte compre dida sobre el nivel actual del terreno; B. *Cimiento* y C. *Emplanti do de base.*

#### A.—MACIZO EXTERIOR

1.º Para los estribos, tendrán una longitud de ocho metros senta centímetros (8.$^{m}$60) y un ancho en su coronación de un me setenta centímetros (1$^{m}$70), ligándose por sus extremos á las ala ofreciendo en sus costados un talud de un 8 por ciento.

2.º Para las alas, tendrá una longitud de 5 metros á cada l del puente con una altura de 1.$^{m}$30 sobre el plan de la vía y un cho de 0.$^{m}$70, prolongándose en seguida hasta ligarse al cimie con taludes de un 8 por ciento.

3.º Para los machones ó apoyos intermedios, tendrá una longi de 10 metros noventa centímetros (10.$^{m}$90) y un ancho en su c nación, de un metro setenta centímetros (1.$^{m}$70) siendo en se círculo la extremidad de aguas abajo y en arco ojival la de ag arribas. Los paramentos tendrán un talud de un 8 por ciento.

#### B.—CIMIENTO

Atendiendo á la naturaleza del suelo sólo se dará á los cimient bajo el nivel actual del terreno, una profundidad de tres metros ( en los estribos, de tres metros cincuenta centímetros (3,$^{m}$50) en dos machones extremos y cuatro metros (4.$^{m}$) en los dos macho medios.

Tendrá en todos sentidos una banqueta de 0.$^{m}$20 y sus param tos serán verticales.

Calle de Almagro
A
B

El cimiento de las alas presenta hacia el terreno, banquetas de $0.^{m}20$ á cada metro de profundidad y se prolonga tres metros más que el macizo en las alas de aguas arriba, alcanzando así en ellas, una longitud de ocho metros. Además, cada tres metros, al partir del estribo, disminuye su profundidad en cincuenta centímetros.

### C.—EMPLANTILLADO DE BASE

Todos los cimientos descansarán en un emplantillado de $0.^{m}50$ de altura y que tiene una berna ó banqueta de $0.^{m}20$ en todos sus contornos.

### 2.º MADERAS

| | | |
|---|---|---|
| 6 | Cabezales | $0.^{m}30 \times 0.^{m}30 \times 8.^{m}60$ |
| 28 | Suspensiones | $0.^{m}30 \times 0.^{m}20 \times 8.^{m}60$ |
| 176 | Cerchas para armar vigas | $0.^{m}30 \times 0.^{m}77 \times 9.^{m}50$ |
| 55 | Vigas bajo entablado | $0.^{m}30 \times 0.^{m}20 \times 9.^{m}50$ |
| 22 | Id. id. del andén | $0.^{m}30 \times 0.^{m}10 \times 9.^{m}50$ |
| 12 | Pie-derechos | $0.^{m}25 \times 0.^{m}20 \times 5.^{m}00$ |
| 272 | Brazos | $0.^{m}20 \times 0.^{m}075 \times 2.^{m}00$ |
| 20 | Crucetas | $0.^{m}25 \times 0.^{m}20 \times 6.^{m}00$ |
| 72 | Id | $0.^{m}20 \times 0.^{m}20 \times 6.^{m}00$ |
| 34 | Travesaños superiores | $0.^{m}20 \times 0.^{m}10 \times 5.^{m}80$ |
| 66 | Contravientos | $0.^{m}16 \times 0.^{m}75 \times 6.^{m}20$ |
| 34 | Piezas cinta | $0.^{m}25 \times 0.^{m}06 \times 6.^{m}00$ |
| 32 | Id. guardarruedas | $0.^{m}20 \times 0.^{m}15 \times 6.^{m}00$ |
| 330 | Id. entablado inferior | $0.^{m}30 \times 0.^{m}075 \times 6.^{m}00$ |
| 330 | Id. id. superior | $0.^{m}30 \times 0.^{m}05 \times 5.^{m}00$ |
| 80 | Id. id del andén | $0.^{m}30 \times 0.^{m}05 \times 6.^{m}00$ |

### 3.º FIERROS

| | | |
|---|---|---|
| 12 | Planchas, apoyo de los cabezales | $4.^{m}30 \times 0.^{m}30 \times 0.^{m}01$ |
| 24 | Pernos chascones para fijar cabezales. | $24'' \times 1\frac{1}{2}'$ |
| 660 | Id. para armar vigas | $12'' \times 1'$ |

| | | |
|---|---|---|
| 170 | Pernos para suspensiones con vigas bajo entablado..... | 24" × 1" |
| 642 | Id. para ligar mixtos..... | 8" × 1" |
| 72 | Id. id. id. id..... | 10" × 1" |
| 136 | Id. mixtos—vigas con suspensiones { Plana..... | 12" × 3" × $\frac{3}{4}$" |
| | Redonda... | 33" × $1\frac{1}{4}$" |
| 136 | Id. mixtos—vigas con travesaños { Plana..... | 12" × 3" × $\frac{3}{4}$" |
| | Redonda... | 20" × $1\frac{1}{4}$" |
| 830 | Golillas para pernos de 1" (*a b*) de.. | 2" |
| 296 | Id. id. id. de $1\frac{1}{4}$" y $1\frac{1}{2}$.... | 3" |
| 128 | Escuadras de alas desiguales { Corta..... | 12" × 1" × 1" |
| | Larga..... | 2" × $\frac{1}{2}$" × 6" |
| 16 | Quintales alambre acero núm. 8 para tirantes de 20 hilos..... | |
| 68 | Pilastras de fundición para la baranda | |
| 200 | Metros tubos de fierro galvanizado para la baranda de..... | 1" |
| 200 | Metros tubos de fierro galvanizado para la baranda de..... | $\frac{1}{2}$" |
| 20 | Barillas fierro redondo de..... | $\frac{7}{8}$" |
| 4 | Quintales clavos remache, cabeza diamante, de..... | 6" |
| 3 | Id. id. id..... | $4\frac{1}{2}$" |

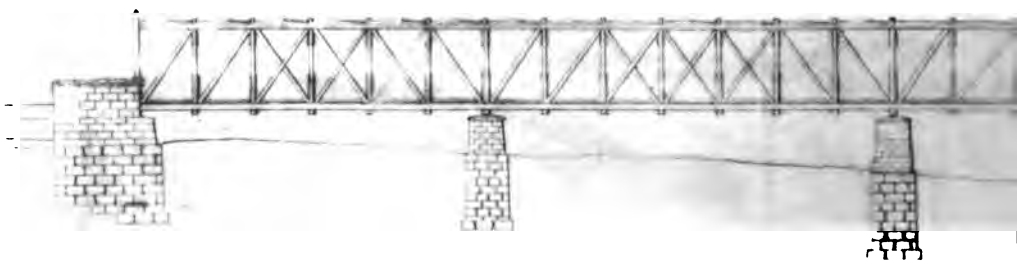
## III

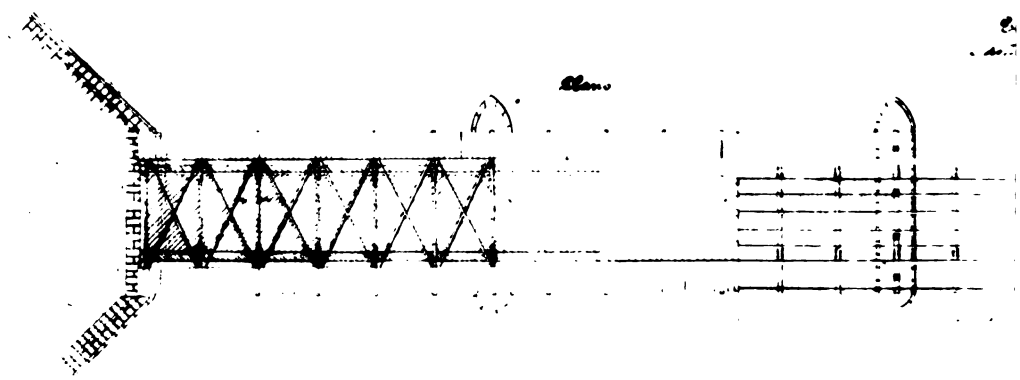
### Presupuesto

| | | | |
|---|---|---|---|
| 620 | Metros de mampostería con escavaciones y desagües á..... | $ 12 00 | $ 7,440 00 |
| 189 | Metros de mampostería libre..... | 10 00 | 1,890 00 |
| 245 | Metros cúbicos de roble pellín incluyendo despuntes y andamios.... | 18 00 | 4,410 00 |
| 5766 | Kilogramos fierro elaborado..... | 23 | 1,326 18 |
| 16 | Quintales alambre núm. 8..... | 8 50 | 136 00 |
| 300 | Kilogramos fierro en barillas..... | 10 | 30 00 |

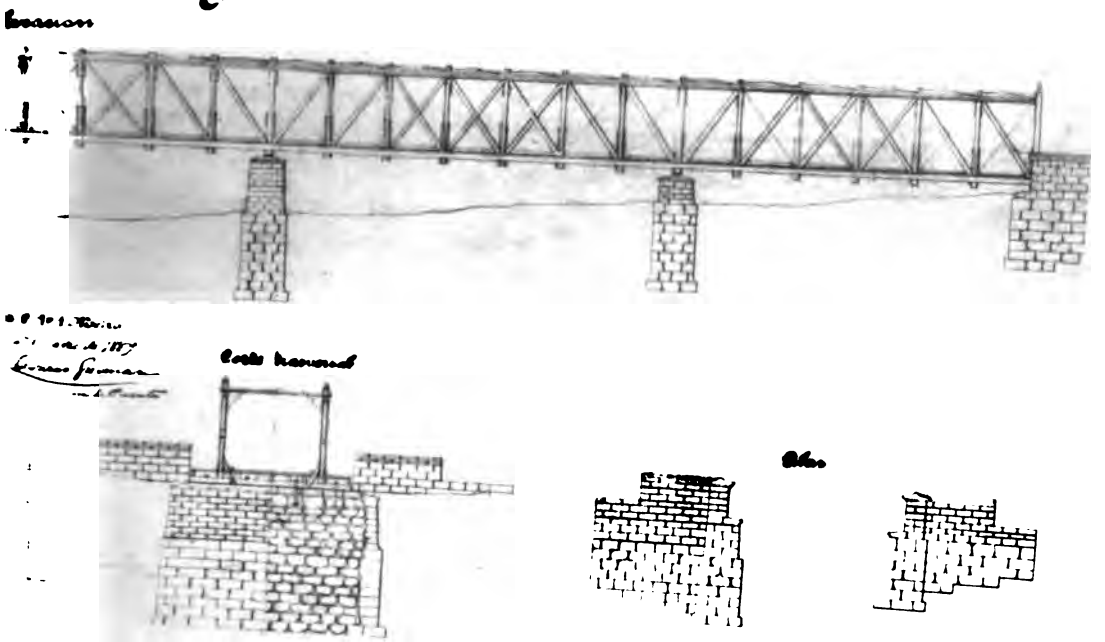
Pre

Eaton





ıte sobre
el
de Bimache



| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 | Quintales clavos..... | 11 00 | 77 00 |
| 68 | Pilastras de fundición..... | 2 50 | 177 00 |
| 200 | Metros tubos de fierro de 1"..... | 50 | 100 00 |
| 200 | Metros id. id. ½"..... | 35 | 70 00 |
| 99 | Metros de armadura de la superstructura y preparación de la madera... | 40 00 | 3,960 00 |
| 1810 | Metros cuadrados de pintura colorada | 20 | 362 00 |
| | Imprevistos 5%..... | | 998 56 |
| | Ganancia del contratista 10%..... | | 1,997 12 |
| | Pago de un conductor por 5 meses.. | | 750 00 |
| | Sumà total..... | | $ 23,716 86 |

Este presupuesto asciende á la suma de veintitres mil setecientos diez y seis pesos ochenta y seis centavos.

Santiago, Febrero 9 de 1889.

VALERIANO GUZMÁN.

# TAMAÑO DE LAS CELDAS DE CÁRCEL

Para fijar las dimensiones de las celdas y determinar las condiciones de su ventilación se deben tener presentes las investigaciones del general Morin, Gay Lussac, Dumas, Peclet y otros sabios, quienes demuestran que 10 metros cúbicos de aire atmosférico por hora es el mínimum que se necesita en las prisiones.

Con todo, en la cárcel de Mazas, Mr. Ph. Grouvelle, á pesar que estima conveniente la provisión de 15 metros cúbicos cada hora por cabeza, ha ampliado la ventilación hasta hacerla llegar á 20 y 25 metros cúbicos.

La ventilación de las celdas, además, debe ser activa para contrarrestar los hábitos desaseados de los detenidos, constante y fácil de producir.

Suponiendo encerrado un adulto, dicen Andral y Gavarret, en un espacio de 10 metros cúbicos, la atmósfera contendrá:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Á las 2 horas | 42 | diez milésimas | de ácido | carbónico. | |
| Á las 4 horas | 84 | id. | id. | id. | id. |
| Á las 6 horas | 126 | id. | id. | id. | id. |
| Á las 8 horas | 168 | id. | id. | id. | id. |

En fin, si la análisis química da una proporción de 4 por ciento de ácido carbónico en la atmósfera, se debe concluír que la totalidad del aire contenido en el recinto ha sido respirado.

Estimando más bien en 0.05 que 0.04 el aire respirado, se encuentra que un solo pecho altera gravemente en un día 10.8 metros cú-

bicos; para que este aire viciado se torne en irrespirable, basta que vuelva á ser aspirado sin que se remueve.

Á estas alteraciones producidas por los pechos más sanos es menester agregar los vapores nauseabundos producidos por el aliento de los enfermos, de los ancianos, de los fumadores y bebedores, además de la transpiración cutánea.

Por la transpiración pulmonar y cutánea, el cuerpo humano exhala próximamente 38 gramos de agua por hora, que, para ser absorbida, necesita seis metros cúbicos á 15° centígrados, ó sea 50 metros cúbicos en una noche. El exceso de humedad se condensa, produciendo no pocas enfermedades, desde el simple refriado, hasta el reumatismo y la tisis, que mata el 40 por ciento de los detenidos en las cárceles.

Por estos motivos, cada celda debiera tener una capacidad de 50 metros cúbicos; pero para no dar enormes proporciones á las construcciones, es forzoso estrechar la capacidad de las celdas, remediando, sí, esta falta con una abundante ventilación.

Si una celda con un detenido dentro de ella, tuviese un metro cuadrado de sección, bajo el supuesto que estuviese herméticamente cerrada, la capa de ácido carbónico puro que habría dentro de ella sería de 1 metro 68 centímetros de alto, al cabo de 8 horas; á las diez horas, la capa de ácido carbónico llegaría á 2 metros 10 centímetros; á las doce horas el ácido carbónico mediría una altura de 2 metros 52 centímetros, y á las veinticuatro horas 5 metros 4 centímetros.

Un detenido moriría indefectiblemente asfixiado. En la celda de nuestro supuesto se verificaría el conocido fenómeno de la Gruta del Perro.

La sección horizontal de una celda, pues, está subordinada á las condiciones del ambiente que debe rodear al detenido, á fin de que la pena que sufre no sea aumentada con una muerte más ó menos próxima, á que las leyes no lo han condenado.

La sección horizontal corriente de las cárceles en construcción es de 3 metros por 2 metros ó sea 6 metros cuadrados. En esta sección la altura del ácido carbónico, durante 24 horas de clausura de un detenido, será de 83 centímetros. Como generalmente los reos pasan su tiempo sentados en sus lechos, cuando las detenciones exce-

den ó llegan á 24 horas, corren gran peligro de morir asfixiados.

Para evitarlo es menester establecer ventilación por la parte inferior de las celdas, á fin de que el ácido carbónico, más denso que el aire, salga de su recinto. Además es menester hacer lo posible para que las celdas reciban la luz solar, que descompone el ácido carbónico y mejora el ambiente.

Agréguese al ácido carbónico el vapor de agua emitido y la serie de gases mefíticos que se desprenden del cuerpo, y se tendrá una capa no despreciable de ambiente que no puede ser aspirado sin peligro de la vida ó por lo menos sin grave daño para la salud.

El área de 6 metros cuadrados, pues, es muy escasa para una celda, y en ella no puede estar un reo encerrado durante doce horas sin peligro de su salud, ni durante veinticuatro horas sin gravísimo peligro de su vida, sino con las siguientes condiciones: luz, ventilación por la parte inferior, media y superior de la celda.

La luz descompone el ácido carbónico; la ventilación por la parte inferior, permite la salida del mismo ácido así como la de los gases más densos que el aire, á la vez que se hace posible la entrada del aire frío exterior; la ventilación superior, permite la salida del aire caliente.

Con los progresos de la micrología, resaltan más y más los peligros del sistema carcelario en uso. El objeto de las cárceles, pues, tiende á limitarse á los reos procesados, quedando el recurso de la deportación para los reos condenados.

CÁRLOS DONOSO GRILLE.

# EDIFICIO PARA UNA ESCUELA DE NIÑAS EN VALPARAÍSO

(CALLE DEL RETAMO, ESQUINA INDEPENDENCIA)

---

## CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LAS VIGAS Y COLUMNAS DE FIERRO DE UNA ESCALERA

CROQUIS DEL PLANO HORIZONTAL DE LA ESCALERA

(Fig. 1)

CROQUIS DEL CORTE LONGITUDINAL DE LA ESCALERA

(Fig. 2)

### I.—Cálculo de presiones de las columnas sufridas por el declive de los tramos de la escalera

(Fig. 3)

Según las reglas trigonométricas deben ser:

$$N = \frac{Q}{2} \cos \alpha \sin \alpha$$

$$S = \frac{Q}{2} \cos^2 \alpha$$

$$P = \frac{Q}{2} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$R = \frac{Q}{2} + \frac{Q}{2} \sin^2 \alpha$$

De estas ecuaciones sigue:

| | $\alpha = 0^0$ | $\alpha = 90^0$ | $\alpha = 38^0$ |
|---|---|---|---|
| $N = \frac{Q}{4} \sin 2\alpha$ | 0 | 0 | $0{,}2425\ Q = 0{,}2\ Q$ |
| $S = \frac{Q}{2}(1 - \sin^2\alpha)$ | $\frac{Q}{2}$ | 0 | $0{,}3099\ Q = 0{,}3\ Q$ |
| $P = \frac{Q}{4} \sin 2\alpha$ | 0 | 0 | $0{,}2425\ Q = 0{,}2\ Q$ |
| $R = \frac{Q}{2}(1 + \sin^2\alpha)$ | $\frac{Q}{2}$ | Q | $0{,}6897\ Q = 0{,}7\ Q$ |

Se toma para carga, incluso el peso propio 700 kgs. por metro cuadrado. Entonces es

1/ Q para el tramo de 3,80 ms. = 700. 3,80. 1,35

2/ Q « « « 4,20 « = 700. 4,20. 1,60

**II.—Cálculo de resistencia de la viga de fierro núm. 1 (meseta).**

(Fig. 4)

Cargas:

$$S = \frac{700.\ 3{,}80.\ 1{,}35.\ 0{,}7}{2} + \frac{700.\ 4{,}20.\ 1{,}60.\ 0{,}3}{2} =$$

Reacción

940 + 1963 = 2903

$$1257 + 706 = 1963 \text{ kgs.}$$

$$P = \frac{700.\ 3{,}80.\ 1.35.\ 0{,}7}{2} = 1257 \text{ kgs.}$$

$$Q = \frac{1.60.}{2}\ 4{,}70.\ 500 = 1880 \text{ kgs.}$$

Se toma para carga de un metro cuadrado del suelo incluso peso propio, 500 kgs.

$$R = \frac{1880}{2} + 1257 + 1693 = 3890 \text{ kgs.}$$

Para obtener $M_{max.}$ se corta la viga en la distancia x tomada desde P. Entonces sigue:

$$M_x = 2903x - 1963\,(x - 1.35) - \frac{1880.\ x^2}{2.\ 4,\ 70}$$

Como se vé tiene lugar $M_{max.}$ para $x = 2,35$.

$$M_{max.} = 2,35\ 2903.\ 2,35 - 1963 - \frac{1880.\ 2,35^2}{2.\ 4,\ 70}$$

$$M_{max.} = 2,35\,(2903 - 470) - 1963$$

$$M_{max.} = 375455$$

El coeficiente de resistencia para fierro es 750; por eso sigue según las reglas respectivas:

$$W = \frac{375455}{750} = 500,6$$

Las tablas que indican las respectivas dimensiones de vigas de fierro demuestran una viga de doble T con W = 547, con una altura de 28 cms. y un peso de 47,90 kgs. por metro lineal, lo que satisface el cálculo precedente.

---

### III.—Cálculo de resistencia de la viga de fierro núm. 2

(Fig. 5)

$$\text{Carga: } \frac{1,40.}{2}\ 4,70.\ 500 = 1645 \text{ kgs.}$$

$$M_{max.} = \frac{P\,l}{8}$$

$$W = \frac{P l}{8.750} = \frac{1645.470}{8.750}$$

$$W = 128,8$$

Es suficiente una viga de doble T con W = 138,5, con una altura de 17 cms. y un peso de 19,8 kgs. por metro lineal.

---

**IV.—Cálculo de resistencia de la viga de fierro núm. 3**

(Fig. 6)

Cargas:

$$Q = \frac{1645}{2} + \frac{700.\ 3,80.\ 1,35.\ 0,3}{2}$$

$$Q = 1361 \text{ kgs.}$$

$$T = 1813 \text{ kgs. Véase cálc. núm. 5, S.}$$

Para obtener R y S se ha de hacer las ecuaciones de momento:

$$S\,l - 135\,Q = 0$$
$$R\,l - T\,l - Q\,140 = 0$$

$$S = \frac{Q\,135}{275} = \frac{1361\ .\ 135}{275} = 668$$

$$R = \frac{T\,l + Q\,140}{275} - \frac{1813.\ 275 + 1361.\ 140}{275} = 2506$$

Entonces es: $M_x = -R\,x + T\,x \quad ; x < 135$

$M_{x_1} = -S\,x_1 \quad ; x_1 < 140$

$$M_{\max.,\, x = 135} = -R.135 + T\,135$$
$$M_{1\,\max.,\, x_1 = 140} = -S.140$$

$$M_{\max.} = M_{\max._1}$$

$$M_{\max.} = \frac{140.668}{750} = W$$

$$W = 124,7$$

Es suficiente una viga de doble T con una altura de 17 cms., con un peso de 19,8 kgs. por metro lineal y W = 138,5.

---

**V.—Cálculo de resistencia de la viga de fierro núm. IV.**
(Fig. 7.)

$$R + S = P + Q$$

$$M = \frac{Qx^2}{2a} - Rx \quad ; x < a$$

$$M_1 = \frac{Px_1^2}{2b} - Sx_1 \quad ; x_1 < b$$

$$M_{\text{max.}, x=a} = \frac{Qa^2}{2a} - Ra$$

$$M_{1\,\text{max}, x_1=b} = \frac{Pb^2}{2b} - Sb$$

$$M_{\text{max.}} = M_{1\,\text{max.}}$$

$$\frac{Qa}{2} - Ra = \frac{Pb}{2} - Sb$$

$$1/.\ R = P + Q - S$$

$$\frac{Qa}{2} - aP - aQ + aS = \frac{bP}{2} - bS$$

$$-aP - \frac{aQ}{2} + aS = \frac{bP^2}{2} - bS$$

$$aS + bS = \frac{bP}{2} + aP + \frac{a}{2}Q$$

$$S\,(a+b) = \frac{bP + 2aP + aQ}{2}$$

$$S = \frac{bP + 2aP + aQ}{2\,(a+b)} = \frac{P\,(l+a) + aQ}{2\,l}$$

$$R = P + Q - S = P + Q - \frac{P(l+a) + aQ}{2\,l}$$

$$M_{max.} = \frac{W}{750}$$

$$W = \frac{M_{max.}}{750} = \frac{\frac{Q\,a}{2} - R\,a}{750} = \frac{a\,(Q - 2\,R)}{2.750}$$

$$W = \frac{M_{1\,max.}}{750} = \frac{\frac{P\,b}{2} - S\,b}{750} = \frac{b\,(P - 2\,S)}{2.750}$$

EJEMPLO NUMÉRICO

(Fig. 8)

Carga $P = (5{,}70 - 2{,}80)\ 500.\ 1{,}375$
$= 2{,}90.\ 500.\ 1{,}375 = 1994$ kgs.

Carga $Q = 2{,}80.\ 200\ (1{,}375 + 1{,}00)$
$= 2{,}80.\ 200.\ 2{,}375 = 1330$ kgs.

En el último caso se ha tomado para carga 200 kgs. por m² para que las vigas de madera puestas sobre las vigas de fierro reciban cerca de la mitad de la carga calculada á 500 kgs.

$$S = \frac{P(l+a) + a\,Q}{2\,l} = \frac{1994\ (5{,}70 + 2{,}80) + 2{,}80.\ 1330}{2.\ 5{,}70}$$

$$= \frac{1994.\ 8{,}50 + 1330.\ 2{,}80}{11{,}40} = \frac{16949 + 3724}{11{,}40} = 1813 \text{ kgs.}$$

$$R = P + Q - S = 1994 + 1330 - 1813 = 1511 \text{ kgs.}$$

$$W = \frac{M_{max.}}{750} = \frac{a\,(Q - 2\,R)}{2.750} = \frac{280\ (1330 - 2.1511)}{2.750}$$

$$W = 315{,}8$$

Es suficiente una viga de doble T con $W = 316{,}7$, con una altura de 23 cms. y un peso de 33,5 kgs por metro lineal.

Fig. 1.

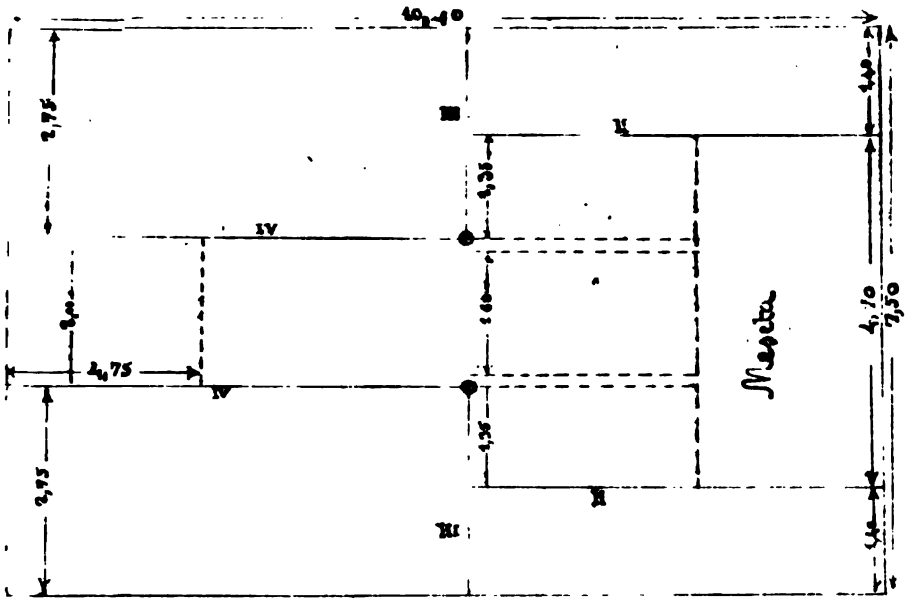

40,40
2,75
2,75
2,00
4,75
1,35
1,60
1,35
4,70
7,50
1,40
1,40
IV
IV
III
III
II
II
Magazin

Fig. 2.

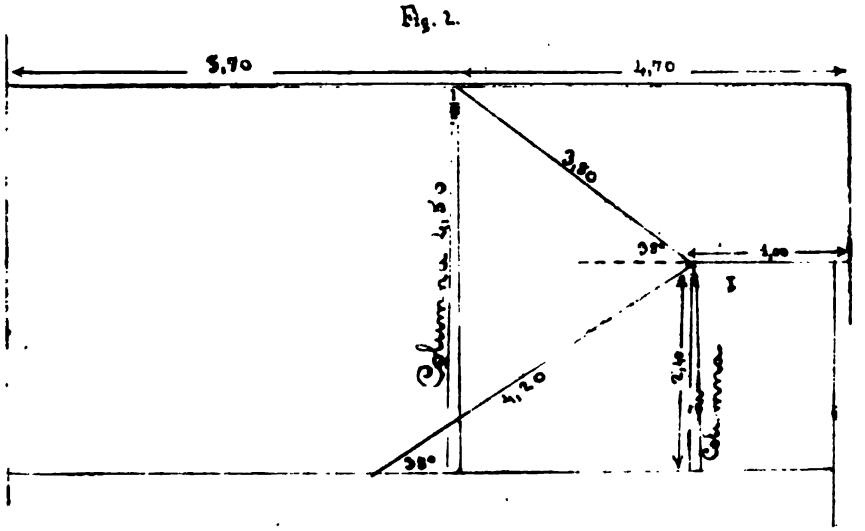

5,70
4,70
3,80
38°
1,00
I
2,40
Colonne
4,20
38°
Colonne 4,15

Fig. 3.

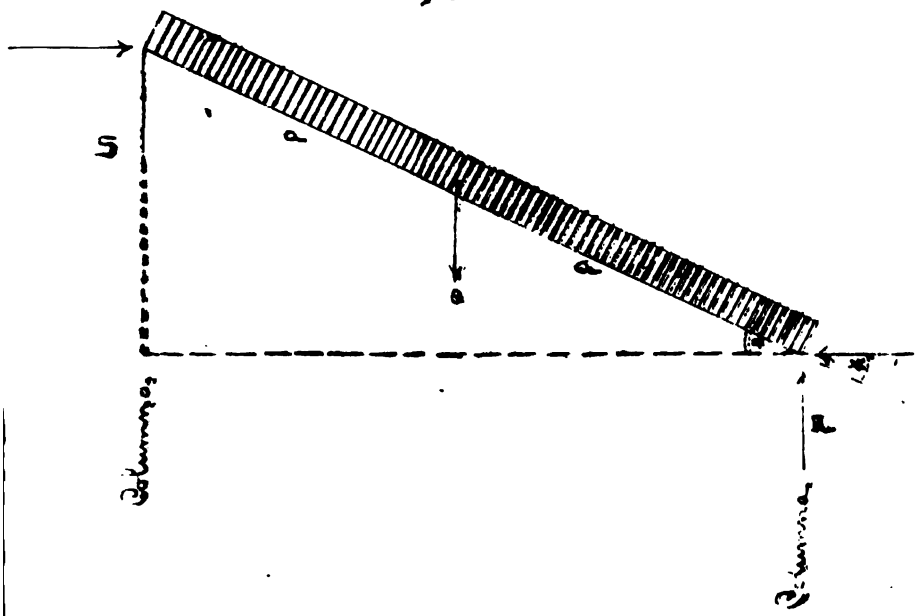



Fig. 4.

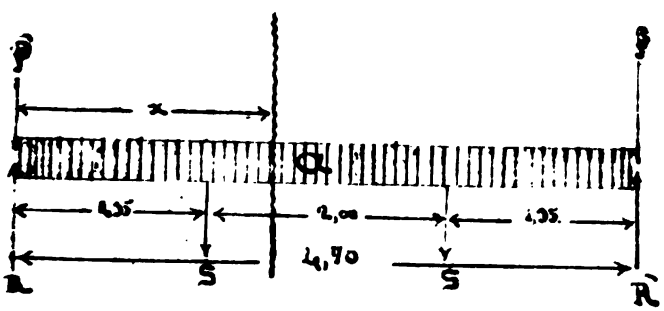



Fig. 5.

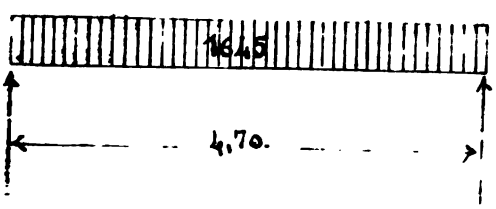


Fig. 3.

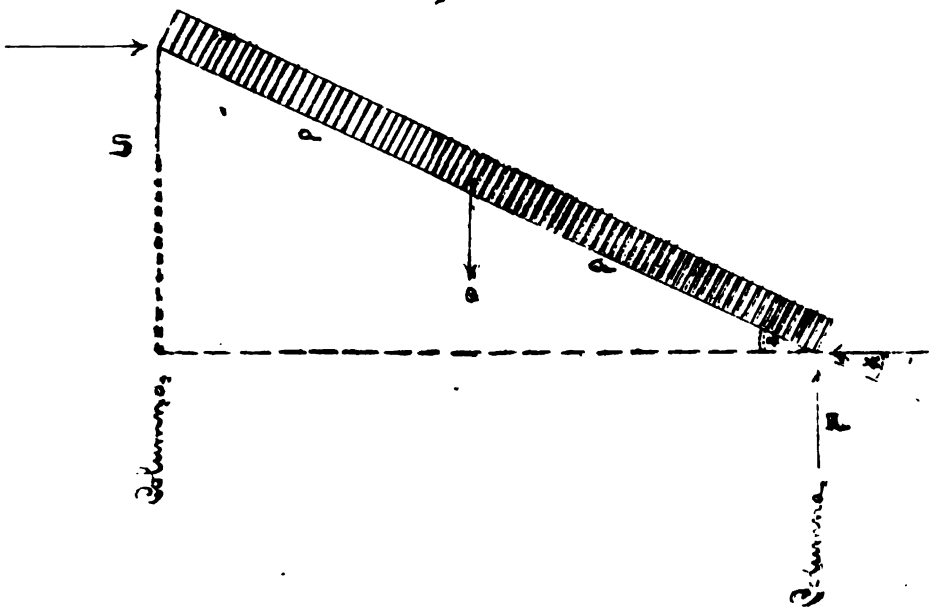



Fig. 4.

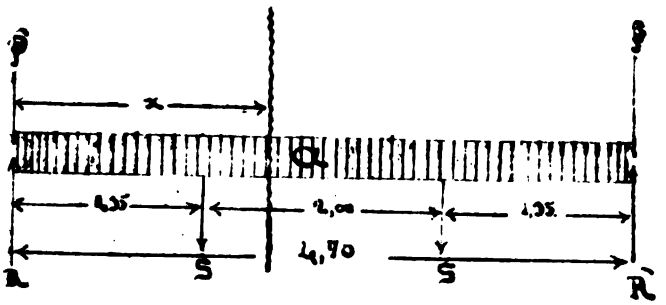



Fig. 5.

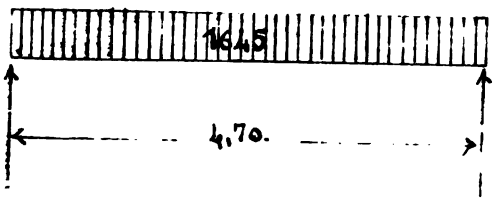


Fig. 6.

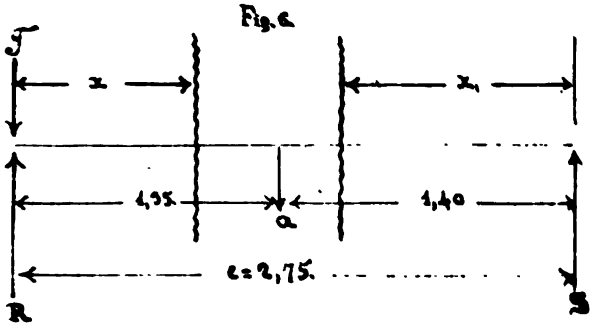



Fig. 7.

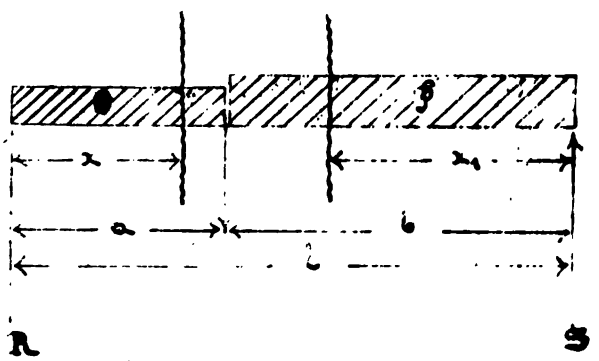
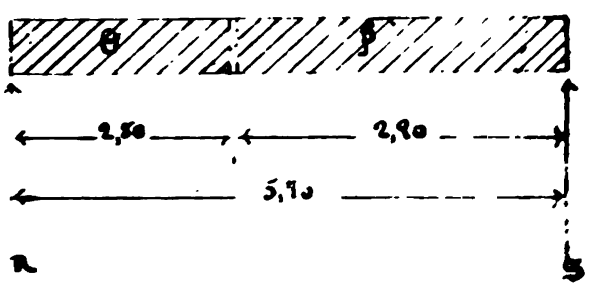



Fig. 8.



**VI.—Cálculo de resistencia de la columna de fierro de fundición con una altura de 4,50 ms.**

$$\text{Carga: } 1239 + 1813 + (2506 - 1813)$$
$$= 1239 + 2506 = 3745 \text{ kgs.}$$

Están calculadas las columnas de fierro fundido con una seguridad óctupla. Entonces es la carga

$$3745.8 = 29960 = 30000 \text{ kgs.} = 30 \text{ tons.}$$

Según las reglas es: $I = m\, l^2\, P = 4\, l^2\, P$.
La columna es oscilatoria.

$$I = 4.\ 4{,}5.^2\ 30 = 2430$$

Con referencia á la alta seguridad puédese tomar una columna de 15 cms. de diámetro exterior y de 11 cms. de diámetro interior. Esta columna tiene $I = 1766$ y un peso de 62 kgs. por metro lineal.

---

**VII.—Cálculo de resistencia de la columna del mismo material y con una altura de 2,50 ms.**

$$\text{Carga: } 3890.8 = 31000 \text{ kgs.} = 31 \text{ tons.}$$

$$I = m\, l^2\, P = 4.\ 2{,}50.^2\ 31 = 775$$

Es suficiente una columna de 12 cms. diámetro exterior y de 9 centímetros de diámetro interior con un peso de 36,00 kgs. por metro lineal.

FEDERICO THUMM,
Arquitecto del Gobierno.

Santiago, Diciembre de 1889.

# PRECIOS CORRIENTES

## SANTIAGO

Ladrillo oficial (m. 0.31 × 0.15 × 0.07) el mil ..... $ 30.00
Ladrillo antiguo (m. 0.41 × 0.20 × 0.05) el mil ..... $ 38.00
Cal del Volcán (los 46 kilogramos), puesta en las construcciones ..... $ 1.00
Cal de la Calera (los 46 kilogramos) puesta en las construcciones ..... $ 0.80
Concreto para fundaciones (1 parte cimiento Portland + 3 partes arena limpia, gruesa, grano uniforme + 2 partes cal de la Calera + 4 partes ladrillo triturado y en polvo), contrato del Ministerio de Obras Públicas; cada metro cúbico ..... $ 20.00
Piedra tallada y canteada (gradas, zócalos, basas de columnas, capiteles, etc, etc.), contrato del Ministerio de Obras Públicas ..... $ 50.00

NOTA.—Suponiendo las junturas de mezcla de los tendeles de ladrillo de diez y ocho milímetros (m. 0.18) en cada metro cúbico de muro entran:

200 ladrillos tamaño antiguo que valen ..... $ 7.60
250 ladrillos tamaño oficial que valen ..... $ 7.50

En ambos casos debe agregarse el valor de la mezcla y la mano de obra, para obtener el precio del metro cúbico de albañilería de cal y ladrillo. Debe tenerse presente que de ordinario las junturas de mezcla se hacen mayores de m. 0.018.

## CAUQUENES

Piedra para cimientos, metro cúbico..... $ 2.00
Cal (sin designación de la procedencia), precio aproximado de los 46 kilogramos..... $ 3.00
Ladrillo, tamaño antiguo, cada mil de..... 15 á $ 20.00
Adobes (m. 0.61 x 0.30 x 0.10) de..... 20 á $ 25.00
Viguetas roble m. 0.092 x 0.138 x 4.18, cada pieza..... $ 0.50
Viguetas roble m. 0.092 x 0.115 x 4.18, cada pieza..... $ 0.35
Viguetas raulí m. 0.092 x 0.115 x 4.18, cada pieza..... $ 1.50
Vigas roble m. 0.184 x 0.092 x 9.196, cada pieza..... $ 2.00
Vigas roble m. 0.092 x 0.138 x 6.688, cada pieza..... $ 0.75
Piezas de roble de largos diversos y de los siguientes espesores:

m. 0.184 x 0.184
m. 0.230 x 0.230
m. 0.276 x 0.276

Se cotiza á 1 peso los m. 0.836 ó sea el metro lineal á.... $ 1.196

CARLOS DONOSO GRILLE.

Santiago, Enero 24 de 1890.

# LA RE[illegible]

[illegible] San Román.
[illegible] atacameño en lo
[illegible] hidroscópicas, materia
[illegible] ocupación y estudio.
[illegible] quizá no todavía lo bastante, acerca de la
conv[illegible] exponer en toda su extensión y razonado desarrollo
la relación completa de los estudios y exploraciones del Desierto de Atacama.

Los apuntes que ahora continuamos dando á luz, así como los que seguirán á estos en las entregas sucesivas, necesitarán ser ampliados y más satisfactoriamente ilustrados con las reflecciones geológicas que son deducción inmediata de la observación del suelo. Pero nuestras numerosas colecciones permanecen aún encajonadas y sin ver próximo el día de emprender su examen y clasificación.

2. Proyectos de ferrocarriles trasandinos por el norte, por Santiago Muñoz.—Acompaña á este escrito una hoja que contiene los perfiles comparativos del antiguo proyecto de ferrocarril trasandino de Copiapó á las provincias argentinas por Puquios y á Portezuelo de San Francisco, y del que ahora se propone llevar por San Antonio y Portezuelo de Peña Negra.

Una comisión de dos ingenieros del ferrocarril de Copiapó hizo un somero estudio de la primera vía, que arranca del extremo N. E. del ramal que entra por el despoblado de Paipote y sigue esa quebrada seca hasta la cordillera D[illegible], según un doble proyecto que trasmonta dicha cordillera [illegible] de Codocedo al norte,

# LA RED[illegible]

[illegible] San Román.
[illegible] atacameño en lo
[illegible] hidroscópicas, materia
[illegible] ocupación y estudio.
[illegible] quizá no todavía lo bastante, acerca de la
conv[illegible] exponer en toda su extensión y razonado desarrollo
la relación completa de los estudios y exploraciones del Desierto de Atacama.

Los apuntes que ahora continuamos dando á luz, así como los que seguirán á estos en las entregas sucesivas, necesitarán ser ampliados y más satisfactoriamente ilustrados con las reflecciones geológicas que son deducción inmediata de la observación del suelo. Pero nuestras numerosas colecciones permanecen aún encajonadas y sin ver próximo el día de emprender su examen y clasificación.

2. Proyectos de ferrocarriles trasandinos por el norte, por Santiago Muñoz.—Acompaña á este escrito una hoja que contiene los perfiles comparativos del antiguo proyecto de ferrocarril trasandino de Copiapó á las provincias argentinas por Puquios y á Portezuelo de San Francisco, y del que ahora se propone llevar por San Antonio y Portezuelo de Peña Negra.

Una comisión de dos ingenieros del ferrocarril de Copiapó hizo un somero estudio de la primera vía, que arranca del extremo N. E. del ramal que entra por el despoblado de Paipote y sigue esa quebrada seca hasta la cordillera Domeyko, según un doble proyecto que trasmonta dicha cordillera ó por el paso de Codocedo al norte,

ó el de Maricunga al sur, convergiendo ambas á la extensa y árida planicie de Tres Cruces, Laguna Verde y el referido paso de San Francisco. Resultado de la escursión de aquellos ingenieros es el perfil que se figura, trazado por uno de ellos el señor don Francisco R. Sayago.

El otro proyecto arranca del extremo del mismo ferrocarril de Caldera á Copiapó que sigue el curso del valle y termina en el pueblo de San Antonio. Desde este punto el proyecto trasandino sigue por el mismo valle, río adentro hasta sus nacimientos al pie del portezuelo de Peña Negra, sea ascendiendo por el brazo de río de Cachitos ó por el de Piuquenes y arroyo de Pan Grande.

Este trayecto fué trazado por el ingeniero de gobierno don Enrique Fonseca y continuado por don Macario Sierralta, cuyos planos y perfiles existen hasta Cachitos.

El resto del trazado hasta Peña Negra permanece extraviado, pero el proyectado camino carretero fué construído hasta aquel mismo portezuelo, dando cómodo y suave ascenso á las carretas hasta pasar al territorio argentino.

El perfil que se acompaña ha sido construído por el ingeniero Muñoz, partiendo de Cachitos donde termina la instalación de Fonseca, sirviéndose de alturas barométricas.

3. Estudio de las salitreras y borateras de Maricunga, por Abelardo A Pizarro.—Con motivo de haberse hablado de descubrimientos de salitre en la planicie andina de Maricunga, el Supremo Gobierno comisionó al ingeniero señor Pizarro para informar al respecto.

Aquella región, como que hace parte de las cordilleras de Atacama, había sido ya visitada y estudiada por la Comisión Exploradora cuyo jefe se apresuró á anticipar su opinión negativa acerca de las informaciones dadas al Gobierno sobre existencia de yacimientos salitreros en aquellas alturas, en completa contradicción con las condiciones naturales de su existencia y del origen químico-geológico de su formación.

El ingeniero no hace sino confirmar estos hechos en su informe.

4. Puente sobre el Bio-Bio, por M. Dutillieux.—Este puente está ubicado entre la estación de Concepción y la de San Pedro y

pertenece al ferrocarril que la Compañía de Arauco construye entre Concepción y los ríos de Curanilahue.

El informe del señor Dullieux se refiere á ver si el puente y el túnel pudieran entregarse al tráfico. Las pruebas del puente fueron satisfactorias.

Dicho puente tiene de largo 1,864.33 mts.; de ancho 1.83 m. Las vigas son de sistema Warren y soportan el tablero en su parte superior.

En cuanto al túnel, indicó que se completara el revestimiento de los estribos en algunas partes para ser entregado al público.

5. Puente del Huinico, por Valeriano Guzmán.—Está ubicado en el camino público que conduce de la estación de Pelequen al pueblo de San Vicente y como á 14 kilómetros del primer punto de la provincia de Colchagua, departamento de Caupolicán.

Este es un proyecto de puente presentado por el ingeniero don Valeriano Guzmán, el que ha sido aprobado por la Dirección de Obras Públicas y por el Ministerio respectivo, por decreto núm. 202, de 18 de Enero de 1890, y que se mandará construír en poco tiempo más bajo la administración de la Sección de Puentes.

La construcción se compone: de un tramo de madera, de viga recta, de 8 metros de largo por 5 metros de ancho, provisto de una baranda de seguridad y apoyado en dos estribos de albañilería de piedra como igualmente las alas que sirven de muros de contensión para los terraplenes de acceso.

6. Puente del Huasco, por Juan A. Cabrera.—En la ciudad de Vallenar y frente á la calle Sarjento Aldea se construirá este puente, aprobado por el Ministerio de Obras Públicas con fecha 26 de Julio de 1889 y por decreto núm. 1,731.

Este puente fué proyectado por el ingeniero don Juan A. Cabrera y su construcción será decretada probablemente en el presente mes.

7. Puente de las Viscachas, por varios.—En el camino de Los Andes á Mendoza, sobre el río Aconcagua, en el departamento de Los Andes.

Este es un proyecto aprobado por el Ministerio de Obras Públicas, por decreto núm. 199 de 18 de Enero de 1890 y que, á no dudarlo, su construcción será decretada en poco tiempo más.

El puente que actualmente existe en ese lugar se encuentra en estado de hacer peligroso su pasaje, siendo preferible no efectuar en él reparación alguna, por cuyo motivo y la importancia del camino en que está ubicado, exige una pronta reconstrucción.

8. Precios corrientes, por Carlos Donoso Grille.

# EL DESIERTO Y CORDILLERAS DE ATACAMA

(Continuación)

## 3.—LAS AGUADAS EN EL DESIERTO

Donde quiera que un salto ó brusco desnivel en la pendiente uniforme de un valle ó quebrada; donde la configuración del terreno se manifiesta accidentada por grietas profundas abiertas en terreno cristalino; donde la horizontalidad del piso en las quebradas anuncia descanso ó estancamiento de las corrientes subterráneas y con mayor razón donde á la vez de este signo las humedades y la vegetación las denuncian; donde la desembocadura de los valles se estrecha en gargantas al llegar al litoral marítimo; á los pies del cordón de la costa y en la ribera misma del mar y á veces en el valle longitudinal donde ningún signo físico ni topográfico exterior ofrece probabilidades, el agua surge espontáneamente ó se alcanza á más ó menos hondura.

En el desierto de Atacama, al contrario de lo que generalmente se cree, no se carece del agua en absoluto, y quizá en verdad puede decirse que donde se le busca se encuentra; cuestión de alguna sagacidad, de constancia y de perforar en profundidad.

En el llano de Varas, donde el desierto se ostenta en toda su adusta solemnidad, por el silencio y la esterilidad; en toda esa estensa región donde nada hace sospechar la existencia de aguas subterráneas, yace un verdadero mar, que en Ñanjarí, por el extremo sur, se alcanza á los 30 metros, y en el Pique de la Buena Esperanza, hacia el norte, á más allá de los 200 metros, surgiendo el líquido inagotable por la cantidad, é inmejorable por la calidad.

Obedeciendo á cierta manera de distribución, las aguadas del desierto siguen las líneas de los grandes rasgos de su fisonomía física.

Excluyendo de esta descripción las altiplanicies de cordillera donde el régimen de las aguas es diferente y su existencia más frecuente, la distribución de las aguadas del desierto queda entonces comprendida dentro de los límites que determina la costa marítima por el oeste y la cordillera Domeyko por el este, con la larga zona del valle longitudinal en el intermedio.

La clasificación de las aguadas obedece así por su origen, su naturaleza y sus condiciones, á las tres grandes zonas de cordillera, valle longitudinal y costa marítima.

Para explicarlas mejor, dividamos el territorio en tres secciones: 1.ª Huasco á Copiapó; 2.ª Copiapó á Taltal; 3.ª Taltal al Loa.

## 1.—Huasco á Copiapó

Aguadas de cordillera.—No comprendamos dentro de la categoría de *aguadas*, los arroyos, vegas ó puquios que surgen dentro de los valles que afluyen al río de Copiapó, cuya hoya hidrográfica, á excepción del sistema correspondiente á Paipote, es regada y fertilizada por aguas corrientes de carácter permanente.

La *aguada*, en Atacama, es la fuente que surge expontánea y por extensión se llama también así al pique ó pozo labrado para extraer el agua de la profundidad, siendo su condición característica la de existir aislada con el desierto y la sequedad absoluta en contorno y en condiciones de ser el puerto de recalada, el punto de salvación y refugio, el centro de vida y salud para el hombre y para la industria. Porque, más que el *oasis* de los desiertos africanos, las *aguadas* en nuestros páramos del norte forman núcleos de población y focos de actividad industrial á cuyo alrededor se alimenta de savia los negociones mineros, como los planetas de luz y calor alrededor del sol, según sus distancias al indispensable centro de vida.

La aguada en el desierto, difundida y multiplicada, sería la producción minera al mismo tiempo multiplicada y difundida por do quiera.

Hé aquí por qué los mineros la reclaman como medio fundamen-

tal de recursos y por qué nosotros debemos destinarle especial y preferente atención.

En la cuenca de Carrizal, donde las lluvias alcanzan todavía á favorecer esa región con sus benéficos riegos, las faldas de cordillera que corresponden á las pendientes occidentales del cordón que estrecha el curso del río Manflas entre este mismo y la cordillera real, abundan en aguadas que á veces toman las proporciones de arroyuelos que fecundan el suelo y forman las útiles vegas donde se reponen las bestias que el abrumador carguío de los metales ha postrado, y pastan las ovejas y se multiplican las aves de corral.

En la Jarilla, por donde el inteligente y progresista industrial don Aniceto Izaga ha llevado un ferrocarril que acarrea la explotación de sus poderosas minas, el agua mana por do quiera y ningún trabajo minero perecerá allí por falta del indispensable líquido.

Trasmontando estos valles hacia el norte para caer al de los «Sapos», se encuentran lugares, como el propiamente así llamado, donde la vegetación parece más lozana y las proporciones de sus beneficios más extensas por lo mismo que contrastan con la esterilidad del paisaje que los rodea.

Todavía al norte, pasando de mina en mina, subiendo y bajando las crestas y los surcos, se cae al tercer gran afluente del sistema hidrográfico del Totoral por donde corre hacia Yerba-Buena el ferrocarril de Cerro Blanco.

San Miguel, el Panul, Polvareda, el Romero, Sauce, etc., etc., forman numerosas aguadas que por su profusión no necesitan ser especialmente mencionadas para que el explorador las conozca de antemano.

Esta región de vertientes de cordillera se enlaza por allí con las paredes que encajonan los valles del río de Copiapó en plena dotación de aguas; relativamente hablando, hasta deslindar, al extremo de la cordillera Darwin, pasadas las vegas de Figueroa, Tronquitos y afluentes, con la quebrada de Paipote, donde termina la región acuosas de las cordilleras.

Aguada de la travesía.—Recorramos ahora de un solo paso la llanura que corre longitudinalmente, *la travesía*, así llamada por los viajeros que antiguamente se trasladaban desde el agreste Huasco

hasta el lozano Copiapó, sin duda porque el ansia de atravesar aquellos médanos sin agua, embargaba en absoluto y con febril afán á los que se aventuraban en aquella jornada de 25 leguas de implacable sequedad.

Hizo aquella misma travesía el ilustre Darwin, en cuya fecunda mente, germinando ya sin duda las nociones del *origen de las especies*, debió de grabarse una desoladora idea de muerte que le hizo invocar á Dios, lamentando que la luz y el calor del sol se malgastaran tan inútilmente en aquellas tierras sin vida, sin objeto, donde toda existencia era imposible.

Y sin embargo, el gran geólogo que tal impresión recibía, marchaba á la vista de los regueros de riqueza que el progreso universal debía de aprovechar más tarde, y bajo de sus propias plantas corría abundante el agua que hoy fecunda el suelo é impulsa los convoyes del movimiento industrial que sigue á la locomotora.

Repetimos, con la aseveración de este y de otros hechos, que la falta de agua no será en absoluto, desde Atacama á Tarapacá, un obstáculo al progreso ni menos una dificultad insuperable para su población y el fomento de su variada riqueza mineral.

En la travesía del Huasco á Copiapó, hay agua excelente y abundante en la Estación del Algarrobal, kilómetro 50 del ferrocarril de Carrizal Bajo á Cerro Blanco, descubierta por medio de un pozo á los 60 metros de hondura, que es el grueso de la formación arenosa del terreno hasta el fondo de roca firme. El viento constante del S. O., y durante las calmas un pequeño motor á vapor, extraen el agua en la cantidad que se requiere.

Algunos kilómetros más al noroeste, en la quebrada del Boquerón, otro pozo la ha descubierto á 9 metros de hondura, y siguiendo la vaguada abajo, es natural que se encontraría en cualquier otro punto. En otros lugares de la línea del ferrocarril no ha sido buscada por no ser de necesidad para el servicio de su tráfico.

Al norte del Algarrobal, siempre por el eje de la travesía, el agua ha surgido de una somera escavación en un lugar arenoso, en la extremidad sur y al pie de la sierra de Fritis, cerca de la mina de «Castillo», y poco más al norte, en el extremo opuesto de la misma sierra, donde con motivo del tráfico por la travesía entre Copiapó y

Chañarcillo se perforaron pozos, se dió con agua regularmente potable en la posada llamada de la Justa. Más adelante, ya se llega á las caídas del río Copiapó, y ninguna necesidad suprema de la vida ha estimulado á buscar el agua en esta corta extensión.

En la vaguada de Castillo, el agua se ha brindado ya más arriba, en Urbina, Agua del Ciego y otras que proveen abundantemente á Chañarcillo y se encontraría asimismo vaguada abajo de Castillo en cualquier punto de su curso hasta el Totoral de quien es tributaria.

Asimismo dentro de las corrientes de la Justa, todas las apariencias denuncian agua en el largo trayecto hasta el océano en la caleta de Barranquillas.

En tales condiciones, se comprende que la travesía del Huasco á Copiapó no está ahora en el estado de desolación que tan aterradoras impresiones produjo en el espíritu del sabio naturalista inglés. Los mineros la cruzan de extremo á extremo cargados con sus herramientas de cateo, á pie y sin zozobras.

Aguadas de la costa.—La región de la costa tiene sus abundantes vegas en *Canto del Agua* y en la ribera del mar en el puerto de Carrizal Bajo; y desde este puento á lo largo de la costa, hay aguadas naturales en los faldeos, como frente á Matamoros, en los Monos y otros puntos hasta las vegas de la caleta de Totoral Bajo, desembocadura del arroyo que corre por la aldea del mismo nombre á 20 kilómetros más al interior.

Desde Totoral Bajo hasta la desembocadura del río de Copiapó, reina la sequedad en esa extensión de veinte millas de costa arenosa y sin montañas, pero seguramente los changos que antes poblaban la Bahía Salada se la procuraban en esas inmediaciones. En las faldas del cerro de Pajonales, mirando á la referida Bahía, se conserva aún las aguadas de Jertrudis.

Pasando el río Copiapó, los pescadores y los cabreros nómades de las floridas praderas del Morro, que las brumas marítimas refrescan en todo el año y fertilizan en la primavera, se proveen de buena agua en Chorrillos, pequeño manantial frente á la Isla Grande y sierra de Alcones, remedo de cascada en miniatura que destila aguas exquisitas.

## 2.—Copiapó á Taltal

La región cordillerana, en esta sección se prolonga en todo el largo de la cordillera Domeyko comprendida entre los nacimientos de Maricunga de donde comienzan los orígenes australes de Paipote hasta los faldeos del Chaco, de donde se desprenden los últimos nacimientos del Juncal hacia el norte.

El delta cuyo vértice está en la puerta de Paipote contiene numerosas aguadas, entre las cuales, algunas como las grandes vegas del Patón y Bolo por un lado y la del Ojo de Maricunga y otros por el opuesto, forman también vegas. Asimismo, del lado de la otra cuenca, San Andrés, abundan las aguas hasta el punto de no hacerse necesario una enumeración de ellas como lugares de refugio y salvación.

Avanzando todavía por sobre el cordón de San Andrés, Valiente y Cerro Bravo se cae á corrientes y valles con vegetación que son tributarias de la ancha cuenca de la Finca de Chañaral, con Potrerillos, Mocobí, Salto y Cajoncito, pastosas y húmedas; Agua Dulce, Pasto Cerrado, Agua de San Juan, Pelada, las Tablas y otras que desembocan en la gran quebrada del Salado; más al norte, Indio Muerto, las vegas de Vicuña al pie de doña Inés, cuyo descubrimiento se atribuye á la célebre bizarra compañera de don Pedro de Valdivia; la Encantada, que toma las proporciones de una estancia del desierto, y por fin la Cruz, Bolsón, Incaguasi y Juncal al pie del potente Chaco donde terminamos con esta sección, reservando su estudio detallado como lo hemos hecho también para la sección anterior, por su importancia, para exponerlo en la descripción general y particular de la hidrografía de todo el extenso territorio de las exploraciones.

Aguadas de la travesía.—Arranca la región central de esta misma sección desde donde dejamos interrumpida la travesía del Huasco, frente al depoblado de Paipote, río Copiapó de por medio, en la estación de ferrocarril del mismo nombre, á 9 kilómetros al E. de la capital de Atacama.

Corre desde Paipote el ramal de ferrocarril á Puquios, en 50 kiló-

metros de plena sequedad hasta su término en la estación de este nombre á la boca de la angosta quebrada ó grieta por donde se escurren las aguas de las vegas de Puquios, formadas por las vertientes donde surgen las aguas subterráneas del llano de Varas ya nombrado y de los faldeos de la sierra de Fraga que lo limita por el E.

Ya dejamos dicho que en esta extensa llanura el agua se encuentra abundantísima y excelente á diversas honduras desde los 20 á 30 metros en Ñanjarí, hasta los 220 metros en el pique de la Buena Esperanza.

Dejemos atrás el despoblado de Paipote donde no se ha buscado el agua á pesar de las grandes probabilidades de encontrarla, sin más constancia que la de haberse proyectado en diversas ocasiones la perforación de pozos artesianos, anhelo vehemente y motivo de grandes esperanzas de los pobladores de Copiapó.

La anchurosa quebrada de Paipote recibe á poca distancia de su desembocadura en el río Copiapó, por su ribera derecha los afluentes de corta extensión que le caen por el Chulo, aguada de pozos que antes del ferrocarril á Puquios y durante toda la opulencia de Tres Puntas fué punto obligado de refresco de los convoyes de carretas que hacían el activo tráfico de entonces y alojadero de los pasajeros que en gran número viajaban en esos tiempos por aquella vía.

Los nacimientos del Chulo se desprenden de la Medanosa y del portezuelo del Inca que yace contra el macizo de Cachiyuyo de Oro, á medio camino de Tres Puntas, donde la frescura de las fuentes se pronuncia en aguas excelentes que brotan de entre las arenas de los faldeos.

Por allí se internó el festivo Jotabeche, dando adios á la vida antes de lanzarse en su famosa escursión al vellocino de plata que otros debían más tarde gozar en cuantiosa fortuna, y por allí también hizo trazar el empresario Wheelwright el primer proyecto de ferrocarril al desierto, el mismo también que en día no lejano tendrá que seguir, con fines más vastos y patrióticos destinos, el gran longitudinal á Tarapacá.

Por el lado oriental ó sea la ribera izquierda de Paipote, convergen al gran valle estéril numerosos afluentes que nacen de la cordillera Almagro, arrojando sendas corrientes interiores ó externas por

los Cóndores, Romero, San Miguel, Garín, Alcota, etc., y por fin las ya citadas extensas hoyas hidrogáficas de Puquios, San Andrés y Maricunga, todas hacia el gran cauce único que corre por el fondo de las profundidades subterráneas de Paipote.

¿Cómo determinar las correspondencias exteriores de este río invisible? ¿Hácia donde surge el caudal de sus aguas misteriosas?

Hé aquí el gran problema, y júzguese de la importancia de su acertada solución ante la existencia del suelo más apto del mundo para la germinación y de un clima excepcionalmente favorable para las más nobles y raras producciones de la industria agrícola.

El algodonero en Copiapó es colosal, la vid es exhuberante y todos los frutos del suelo se distinguen por el vigor en el desarrollo y la plenitud en la lozanía.

Pero no es aquí la oportunidad de entrar en disertaciones industriales, que deberán ser en su lugar materia de especial preocupación, y sigamos con la descripción del sistema de distribución geográfica de las aguadas del desierto, ahorrando minuciosidades en las descripciones é indicaciones del lugar que la simple ojeada al mapa demostrará, para cuyo fin acompañaremos una hoja especial que exhiba el sistema hidrográfico y los caractéres hidroscópicos de todo el territorio estudiado.

Dentro de la cuenca del llano de Varas se levanta la población á que dió lugar el descubrimiento de las minas de Tres Puntas; descubrimiento debido á la circustancia de encontrarse por allí una aguada natural, que durante algunos años fué la única fuente surtidora de tan industriosos y activos pobladores.

El llano de Varas se comunica hacia el lado naciente con la continuación del valle longitudinal al norte por medio de la llanura espaciosa que corre entre el cordón de cerros del Humito y el del Pingo, en cuyo medio precisamente fué labrado el espléndido pique de la Buena Esperanza, y por el lado poniente con el paso que queda entre el grupo aislado de Tres Puntas é Inca de Oro y el mismo Humito que arranca del Bonete.

Por allí abunda también el agua subterráneamente.

En las minas del Inca los pozos la encuentran á 10 y más metros de hondura y algunas veces á menos, hasta que, llegando á Chañar-

cito en el camino al Salado y puerto de Chañaral y en caídas de esta extensa hoya, el agua surge al sol en abundantes puquios.

En el Inca y Chañarcito, como en el llano de Varas, importantes establecimientos metalúrgicos para el beneficio de minerales de oro se han levantado y funcionan sin que el agua haya faltado para todas sus operaciones.

Siguiendo ahora por el costado oriente, partiendo siempre de Tres Puntas ó del Pique de la Buena Esperanza, el antiguo trapiche de Villanueva funcionó en plena llanura con el agua necesaria extraída de un pique de muy poca profundidad.

En seguida, basta trasmontar una pequeña altura del cordón *Finca de Chañaral* para encontrarse en el famoso *oasis* donde refrescó el Dr. Philippi á la sombra de higuerales y viñedos que podrían caber en una hectárea de terreno pero que las proporciones relativas hacen aparecer con las dimensiones de un prado.

En plena región longitudinal, á 75 kilómetros del puerto de Chañaral, los puquios de Pueblo Hundido corren á cierta distancia y alcanzan también para pequeños cultivos y el servicio de hornos con chaqueta de agua.

La sierra vecina de Caballo Muerto contiene también tres aguadas en sus flancos del lado occidental, siendo la de Vicuña, que surte á las minas, bastante provista de muy buena agua.

El nivel del valle central se levanta sobre el de su prolongación al sur, coincidiendo este hecho topográfico con el principio de la formación salitrera, que lo cubre.

Los cauces abiertos por el agua que se precipitó abundante después del deshielo de la época glacial, se socavaron en un terreno blando, arenoso y mucho más grueso, lo que dió lugar á los profundos zanjones con sus bordes casi verticales en alturas hasta de 200 metros, como los del Salado, Doña Inés, Juncal y Chaco.

Tales grietas sólo por lo profundas é inaccesibles en su estado natural, constituyen un obstáculo al tráfico é interceptan por completo las comunicaciones con insuperables dificultades para el cateo minero. Falta en ellas el agua hacia la región central, pero las vegas y puquios son frecuentes en su fondo, á lo menos hacia el naciente,

y con toda certidumbre la escavación daría también agua en otros puntos más al oeste y en todo el largo de su curso.

Los espacios que median entre estos grandes cauces donde una sequedad absoluta, y ya que no ha llegado hasta allí la acción protectora del gobierno que siempre ha creído que el norte de la república debe bastarse á sí mismo y sobrarse para los demás, á lo menos con un pequeño gaje del presupuesto para caminos, podría conseguirse remover esos estorbos al libre tránsito.

La aguada de la Brea, en el zanjón de Juncal y Pan de Azúcar es la última; más allá, la región central era pavorosamente estéril antes de la instalación de las oficinas salitreras de Taltal que abrieron los abundantísimos pozos de la Catalina del Sur, Germania, Amigos, Julia, etc.

Aguadas de la costa.—Tocando aquí los límites de nuestra 2.ª sección, por la travesía, volvamos á la región de la costa marítima que dejamos interrumpida en los llanos de Caldera.

En el estudio de las aguas subterráneas, como en muchos otros de naturaleza geológica, conviene despreocuparse de ideas arraigadas en fuerza de la costumbre ó de las simples apariencias.

Si un río corre encajonado dentro de cauce profundo y sobre sus bordes se extiende terreno plano, la general creencia establece que es preciso cavar hasta la hondura del nivel del río para encontrar la capa de agua.

Pero es lo más general, que no son las aguas al nivel del río las que se infiltran lateralmente y son alcanzadas por los pozos, sino las aguas de lluvia y de las neblinas que se infiltran á través de la capa superficial arenosa, la cual las proteje contra la evaporación y las conserva y acumula en receptáculos interiores que se repletan y salen de madre, escurriéndose entonces las aguas excedentes para reaparecer ó no á la superficie formando intermitencias más ó menos periódicas en las fuentes.

En los llanos de Caldera, si nó las abundantes lluvias, las neblinas espesas y frecuentes garúas bastan para empapar el esponjoso suelo de arenas y conchilla cuartaria y los bancos porosos de conglomerado marino, siendo las capas gredosas y extratas de arenisca arcillosa de la formación terciaria, bastante impermeables para detenerlas en su

descenso á las profundidades y hacerlas reaparecer en las hondonadas del terreno, en las grietas ó en los barrancos y playas del río ó de la costa, porque en estas latitudes no hay cordillera marítima, siendo el Morro de Copiapó y la Sierra de Alcones casi islas todavía apenas adheridas al continente.

De aquí las goteras de frente á Alcones ya citadas y los ojos de de agua dulce que mana en las depresiones de la llanura frente al Morro.

Las capas salinas y aún los mantos de pura sal que alternan en la formación terciaria, impregnan á veces esas aguas meteóricas de ciertas proporción de cloruro de sodio que las hacen explotables industrialmente por esa sustancia mineral, dando un producto un tanto amargo que tiene su mayor aplicación en la salazón de cueros y en los beneficios metalúrgicos por amalgamación.

Ahora bien, así como las capas de terreno sólido alternan en estratificación, las capas de agua de distinto origen y naturaleza forman también verdaderas estratificaciones en cierto órden de superposición que es del mayor interés estudiar y conocer.

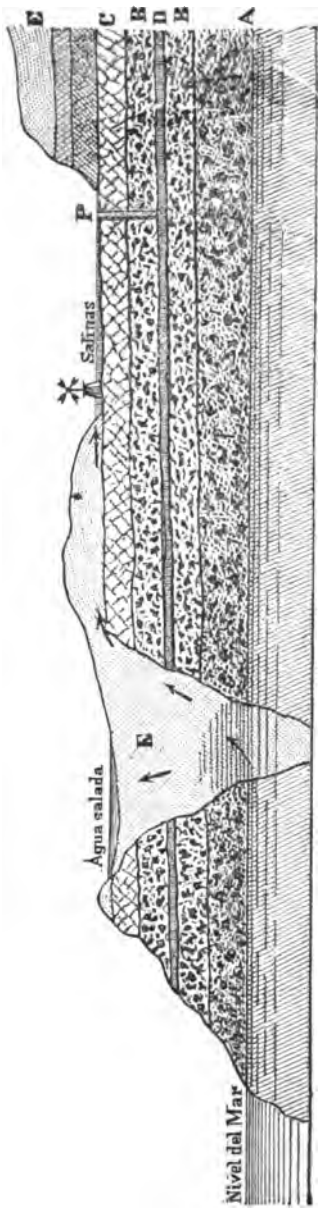
Las aguas meteóricas, al infiltrarse en el terreno arenoso de consistencia homogénea, como es el de aquellas llanuras que los últimos solevantamientos bruscos ó paulatinos de la costa han emergido del fondo del mar, al ser solicitadas por la general fuerza de gravedad hacia la dirección vertical, son al mismo tiempo desviadas de este curso por la atracción capilar de las quebraduras del terreno donde estas no alcanzan á formar grietas abiertas ó de fácil escurrimiento, además del poder de succión que como las esponjas, poseen también en alto grado algunas rocas y tierras permeables.

Y así como esta fuerza desvía el curso de las aguas superiores que buscan con su perpetuo afán de nivel una superficie horizontal donde descansan tranquilas, asimismo las que la tienen por infiltraciones marinas, al nivel de la prolongación del mar, son al parecer aspiradas á su vez hacia arriba y forman capas de agua marina que alternan con las de agua dulce ó se entremezclan en un mismo medio con ellas según las condiciones litoclásicas del terreno que las contiene.

Hé aquí la antigua teoría, pero no aplicada al régimen de las

aguas subterráneas continentales, sino á locales y reducidos casos en que sin inconveniente puede tener aplicación.

Así se observa que en las salinas del Morro, la salmuera subterránea que mana del lado del mar á un nivel de algunos metros más arriba del suyo propio y que no ha podido disolver su sal en los bancos que existen más al interior y más altos—siendo por lo tanto simple agua marina—corre por un nivel *E* superior á la capa de agua dulce que se descubre á poca hondura en *B*, debajo del piso de la hondonada donde cuaja ó cristaliza la sal.




Las hondonadas, depresiones, cañadas ó alveos donde se estancan ó por donde corren las aguas de lluvia producen los efectos de un drenage natural; y en el caso que representa la figura, en razón de una grieta ó quebrada profunda que se ha rellenado de arena de cierta consistencia por la conchilla y materia arenosa formando probablemente una roca muy absorbente, la capa impermeable que detiene las aguas meteóricas superiores se ha roto y deja libre el paso de ascensión de las aguas marinas de abajo levantándolas por capilaridad hasta sobreponerlas á aquellas por encima del piso de la salina, cuyo piso es también impermeable. El pozo abierto en *P* prueba este interesante ejemplo hidrológico, descubriendo debajo del agua saturada de sal, agua de excelente calidad, fresca y potable.

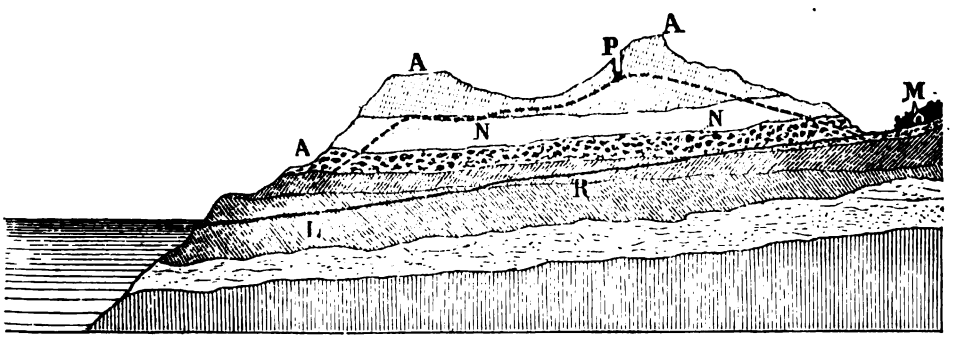
El agua exterior de infiltración debe de penetrar á la capa impermeable *D*, por puntos hacia donde las estratas también impermeables ó semi-permeables *B* y *C* se agrietan, se adelgazan ó se desvanecen

dando lugar á la agua dulce que corre sobre aquella. Rota esta capa, á su vez, reaparece el agua salada del nivel del mar que puede haberse infiltrado hasta esa distancia ó que se ha impregnado de sal en las estratas terciarias.

Los más recientes estudios hidrológicos han demostrado que las capas acuosas de infiltración no afectan en su superficie superior un plano de nivel sino que siguen más ó menos las ondulaciones del terreno exterior, distando de un aproximado paralelismo con ellas pero elevándose las aguas donde corresponden alturas en la superficie y surgiendo al sol en las depresiones que se acercan á la línea del nivel hidrostático.

El ilustre sabio Danbrée, autor de tantas obras científicas del más alto mérito, llama á las aguas del subsuelo, *freáticas* (de freas, pozo), buscando un término apropiado con que designar esa manera de existencia de las aguas que en todos los idiomas se designan tan vagamente con diversas y mal aplicadas expresiones.

En los llanos de Caldera, esta línea ondulada de nivel de las aguas, aguas del subsuelo ó sea capa freática, se manifiesta más ó menos á la altura de las vegas de Monte Amargo en el seno del terreno arenoso en puntos en donde, como en las salinas del Morro, el vivel de las aguas del río está á 30 y 40 metros más abajo, viéndose efectivamente asomar en las barrancas del valle y en la costa del mar, como en la cascadita de Chorrillos, los derrames de aquellas aguas superiores.




*A A*, superficie; *N N*, nivel ondulado de la capa acuosa; *P*, pozo de agua dulce; *M L*, lecho del río Copiapó; *M*, Monte Amargo; *C*, cascadita de Chorrillos.

El pozo *P*, de poco más de un metro de hondura, que existe en un punto de los más elevados de la llanura, perforado con el objeto de extraer piedras calcáreas para construcción, es una prueba de este hecho. Pero el agua encontrada allí es intermitente, ó á lo menos sube y baja de nivel según las estaciones y es muy escasa para ser aprovechada.

Siguiendo nuestro itinerario hidrológico de la costa hacia el norte se presenta la necesidad de establecer otra distinción en las aguadas: las que nacen en los flancos y vaguadas que bajan al oeste de la línea de cumbres del cordón que forma la pared occidental del valle central, desde su arranque en el pico de Jesús María, al sur de Copiapó, hasta los cerros de La Peineta y Agua Verde, al sur de la quebrada de Taltal, y las de la costa marítima formada por los extremos de los contrafuertes ó brazos que de aquel cordón se desprenden hacia el mar terminando bruscamente en escarpada pendiente cuyo pie bañan las olas.

Entre aquellas aguadas son numerosas y de buena calidad las que surgen en la falda del cerro de Ustaris ó las del Algarrobo que suministran el agua potable á las minas de ese cerro, todas ellas utilísimas á la población minera de esa región difícil de cruzar por las arenas sueltas y viajeras, verdaderas dunas que cubren el terreno en los bajos como en la falda de los cerros.

Entre las inmediatas al mar, el explorador don Diego de Almeida fué dueño de las aguadas de Ramadas, á inmediaciones de Caldera, al norte, de donde la sucesión de este señor deriva derechos á los terrenos en que fué fundado el puerto del mismo nombre.

Parece que á la redonda de aquellas aguas vivió una numerosa población pescadora cuyos restos interesantes han sido objeto de indagaciones arqueológicas á cuyo éxito hemos podido contribuír, exhibiéndose en el Museo Nacional los curiosos objetos y utensilios, así como algunos cráneos de aquellas tribus extinguidas, objetos que en otra parte haremos conocer.

Los pozos en la vecindad del mar dan agua salobre, pero en la falda de los cerros inmediatos, como el cerro Negro, el líquido corre cristalino y es de la más característica procedencia meteórica, precipitándose en hilos que no por ser delgados han dejado de obrar

en los esquistos y el en duro granito los efectos socavadores de la gota de agua formando tazas, bañaderas y otras concavidades que revisten las formas curiosas y esbeltas de la arquitectura natural.

Pasando al norte del cordón trasversal que limita por aquel rumbo la hoya del río Copiapó, se cae á las desembocaduras que recogen los cauces secos que nacen de las áridas prolongaciones de la sierra de Ustaris al norte, tales como el Morado, Moradito, Potrero, que dan agua de regular clase en el alveo de sus cauces, á hondura variable y también de vertiente natural como las del Morado y Brea; y luego en la costa misma, en Obispo y Obispito, á la altura de las mareas que á menudo arrojan las aguas del océano mezclándolas con las subterráneas que allí surgen otra vez al aire libre.

Aunque algunas veces de desagradable sabor para la bebida del hombre, estas fuentes son un socorro de gran valor para abrevar las sedientas y fatigadas bestias del viajero.

Así está dotada también la caleta de Flamenco, á donde convergen, buscando la salida marítima, numerosos caminos del interior y cauces secos que en su trayecto desde las faldas del mismo cordón de cerros que venimos designando como continuación de la cordillera de la costa, dan también oportunos y utilísimos casos de agua espontánea ó encontrada á poca hondura, como en San Juan, Salitrosa y Guamanga, abundantísima en este lugar.

Viene en seguida, trasmontando el alto y escraboso cordón de Paso Malo y Las Ánimas, tan rico en veneros de cobre, la rada de Chañaral donde desemboca el ancho sistema hidrográfico del Salado.

Hé aquí como se comprende que el penoso oficio del arreo de bueyes á lo largo de los arenales ardientes en casi todo tiempo, pueda ser ejercido sin inconveniente por los esforzados argentinos que especulan en ese comercio.

La fatigosa y lenta jornada entre Copiapó y Chañaral sigue la senda llamada por esto, *el camino de los toros*, refrescando en las aguadas del Morado, Salitrosa y Guamanga.

Pasando á la hoya del Salado, las aguas subterráneas inferiores en nivel á las del subsuelo en Pueblo Hundido, son extraordinariamente saladas dentro del álveo de la quebrada como en el pueblo del mismo nombre, extremo actual del ferrocarril de Chañaral, de-

bido á los abundantes bancos de sal gema que bordean las barrancas del profundo zanjón que por tal motivo lleva el nombre de *El Salado.*

No sucede así en las quebradas laterales que desembocan en aquella, como en las ya citadas aguadas naturales de Chañarcitos, tan abundantes y potables y las que por medio de piques de poca profundidad se han formado en la quebrada del cerro Vetado, camino al mineral de la Florida y Cerro Negro, único refresco que ha sido abierto al tráfico entre Chañaral y esos asientos mineros.

Débese el agua aquí simplemente á la capa freática que se forma por la infiltración de las aguas meteóricas, casi exclusivamente derivadas de las neblinas del mar que se arrastran lentamente y aún se quedan estacionarias durante las largas noches del invierno empapando el suelo, que grato y predispuesto á la absorción, dilata sus poros y recoje en su seno el vapor condensado por el frío penetrante de las noches del desierto.

En la costa marítima correspondiente á esta zona hidrográfica abundan también, como al sur, las aguadas, dulces ó salobres según su origen y altura sobre las aguas marinas.

En la quebrada de Pan de Azúcar, que desemboca en el puerto del mismo nombre y recoje en uno solo los grandes cauces regosos de Doña Inés, Juncal, etc., principia un caso notable de concordancia entre un hecho geológico bien caractèrizado y la existencia de vegas relativamente abundantes y extensas.

Los casos de fallas en el terreno, sea por efecto de un dike ú otra causa, así como la circunstancia del contacto de dos formaciones geológicas diferentes, son en el desierto de Atacama, como sucede en todo el globo casi sin excepción favorecidos por el surgidero espontáneo de las aguas.

La formación esquitosa de la costa en contacto con las rocas dioríticas del cordón marítimo longitudinal, nos ha manifestado ya el caso de importantes vegas en Carrizal, Totoral y Copiapó, faltando en Flamenco y Salado donde el hecho no es visible con los caracteres de la lozana verdura de la brea, el junco ó la cortadera sino en simples puquios ó manantiales, pero se vuelven á producir sin más interrupción en forma de vegas, al norte como en *Las Bombas* y

*Quinchihue:* en la quebrada de Pan de Azúcar; *Cachina*, más adelante, y *La Verde* y *Brea* en Taltal; *Perrito Muerto* y *Cascabeles*; *Paposo* y en *Agua de la Negra* en Antofagasta, correspondiendo aquí el hecho hidrológico siempre con accidentes geológicos del mismo carácter.

En la extensión de zona marítima que describimos, comprendida siempre entre las cumbres del cordón llamado cordillera de la costa y el mar, y que para los efectos del método y la claridad en la exposición terminamos por este lado en la quebrada de Taltal, la naturaleza no ha mezquinado el agua de fuente y la brinda á las obras del arte ó de la simple voluntad humana, donde quiera que es indispensable á la subsistencia ó á las industrias.

Así, al pié del distrito minero Esmeralda, el agua se ofreció de excelentes condiciones en pozos perforados quebrada arriba de las abundantes vegas de la Cachina.

Vuelve á encontrarse más adentro en la Carlota Hidalgo y en la larga travesía al norte frente al Pingo y en la Isla, hasta caer al valle entre La Verde y La Brea.

Por la orilla del mar, los contrafuertes que allí terminan ofrecen una sucesión de aguadas en sus flancos y profundidades, como en Guanillos, Cifunchos, etc., y en la orilla misma de las playas en los característicos puquios de naturaleza que pudiera decirse anfibia, porque no parecen proceder de la tierra ni tampoco pertenecer al mar.

En Tigrillo, caletón á donde se recogen las aguas que bajan de parte Guanillos y Sierra Esmeralda por un lado, y cordón de Cifunchos, por otro, el agua dulce viene por entre una masa de gravas y piedras redondeadas al nivel del mar y se filtra hacia arriba á través de una capa de arena gruesa de acarreo de origen marino, parecido que lo sabore del agua dulce de las olas que bañan el punto que la contiene y penetran en él [illegible] por acción capilar.

Basta por lo general cavar más al interior y mejor en la faldas de los cerros para tener el líquido apetecible en [illegible] condiciones potables.

De Tigrillo á Taltal, quebrada Cifunchos [illegible] abundan las aguadas de esta naturaleza.

### 3.—Taltal al Loa

Desde los pozos de la ribera marítima donde abrevan los animales hasta las citadas vegas de La Brea y La Verde, y desde aquí á lo ancho de la llanura donde se levantan las oficinas salitreras hasta dar con el cauce de las grandes vegas y pastales del Chaco, el agua de excelente calidad abunda con profusión.

*Aguadas de cordillera:* son abundantes en la quebrada de *Vaquillas, Sapos, Mulas, Monigotes, Varas,* etc., hasta la del *Oro* y *Gómez.*

Algunas de estas han sido aprovechadas para surtir á poblaciones numerosas como la de Cachinal, por medio de cañerías de fierro que recorren muchos kilómetros de extensión, habiendo alcanzado todavía para surtir en parte á algunas minas del Guanaco.

La mina Arturo Prat, situada en los nacimientos que corresponden á la gran cuenca hidrográfica de Aguas Blancas, ha alcanzado, en la profundad de sus planes, á más de 100 metros de hondura, agua abundante de excelente calidad que consume la población, sin preferir la que desde las puras fuentes de la cordillera le trae la cañería.

Desde las aguadas del Oro y de Gómez al norte, siguiendo siempre los faldeos de la cordillera Domeyko hasta Caracoles, los viajeros se ven obligados á buscar las faldas ó alturas, no por la falta de agua sino por aprovechar mejor camino pasando por el Cenizal é Imilac para llegar á Caracoles ó seguir al norte por las famosas Aguas Dulces y la Teca, que es la última que se presenta antes de caer al Loa en la dirección de Chiuchiu y de Calama.

El descubrimiento de Caracoles trajo la necesidad de buscar el agua en el punto más cercano posible al centro de las improvisadas poblaciones.

El agua sólo se encontraba natural en Limón Verde, camino á Calama, escasa y mala, pero no se tardó mucho en aplicar los principios hidrolójicos que la experiencia ha hecho descubrir á los mineros, y tomando estos hacia la falda de las montañas del lado oriental, el primer ensayo fué el primer triunfo, dando á pocos metros en agua dulce excelente y en cantidad suficiente para todo.

Aguadas de la travesía.—Entre Taltal y el Loa la travesía tiene extensiones de una carencia absoluta de aguadas naturales.

Aparte de los pozos en la vaguada que baja de los Sapos y Varas, aprovechados por las oficinas salitreras, las fuentes naturales de la Aguada de Cachinal y los puquios profundos de Aguas Blancas son los únicos surgideros de agua expontánea en esta travesía de cuarenta leguas.

El cerro de las Pailas, formado de estratificaciones porfídico-arcillosas, accidentado por el surgimiento de rocas introductivas de origen volcánico y cubierto de sedimentos más modernos de la misma procedencia, tales como las obsidianas, piedra pez y otras rocas fundidas y vidriosas, se levanta aislado en medio de la llanura de la travesía y establece un eslabón importante de un cordón muy característico por la homogeneidad de sus caracteres geológicos y sus afinidades con la existencia de filones minerales.

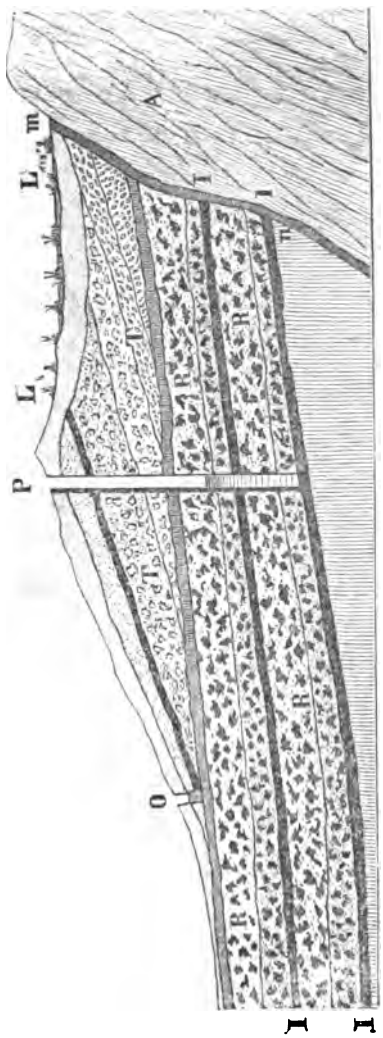
En la falda de este cerro que mira al sur y por donde socavan su cauce las corrientes que bajan de Vaquillas, en la cordillera, se encuentra el Agua Escondida, verdaderamente oculta y casi ignorada de los viajeros. Pero en la falda opuesta que mira al norte, la estratificación más regular y la mayor extensión de superficie permeable predispuesta á la absorción de las aguas meteóricas y de licuación de las nieves, ha dado lugar á la existencia de abundantes capas subterráneas de agua potable, además de otras superiores de origen freático ó del subsuelo.

La figura siguiente explica, por medio de un corte ideal del terreno y con prescindencia de exactitud en las distancias y escalas de las profundidades, la disposición general del terreno que da lugar á la formación de las vegas, puquios y agua de pozos profundos debajo del subsuelo de la Aguada de Cachinal.

Las rocas volcánicas y porfídicas sin estratificación ó con estratificación confusa y accidentada están en una disposición tal como en *A*. En contacto con sus contornos exteriores, como está visible en algunos puntos de las grietas ó quebradas más profundas, se apoya la formación de conglomerados arcillosos *RR* alternados con areniscas moradas, compactas pero permeables ó también pizarrosas, entre las que alternan sedimentos de arcillas rojas ó amarillas impermeables *II*.

Sobre esta formación descansa en estratificación ligeramente dis-

cordante la serie de sedimentos terrosos con piedra redondeada *TT*, que representan ó equivalen al horizonte geológico terciario, y sobre estos á su vez se han depositado en aguas tranquilas los finísimos limos arcillosos *L*, alternados con delgadas capas de una vegetación herbácea de que dan testimonio los indicios de turba en algunos puntos.




Estos limos detienen parte de las aguas que se condensan sobre el terreno formando vegas en las pequeñas cuencas, y según el grado de abundancia ó altura del agua en ellas, los puquios de abajo abundan ó escasean en su provisión.

Esta ha sido siempre lo bastante para los usos domésticos y para abrevadero de animales, habiendo sido necesario que la fundación del importante establecimiento Sociedad Beneficiadora de Metales, con sus grandes exigencias de agua para los motores, la molienda y demás operaciones de la amalgamación, vinieran á imponer la necesidad de buscar más agua. Perforado un pique vertical atravesando las arcillas y luego las capas terciarias, se dió con una vena de agua y después con otra más abundante á los 90 metros de hondura en formación de conglomerados arcillosos.

Esta roca, que en parte toma aspecto porfídico no es en sí misma permeable y el agua se infiltra probablemente en ella por las fallas ó grietas, recibiéndola también por entre los planos de contacto con la formación eruptiva.

La altura á que surge en los puquios el agua freática es de unos pocos metros sobre el nivel de la vaguada que pasa por la falda de

esta pendiente donde muere el cerro de las Pailas y por cuyo fondo subterráneo deben de correr las aguas de la vecina cordillera de los Sapos y Punta del Viento, muy abundantes indudablemente pero que no han sido alcanzadas aún á la profundidad de 60 metros en el pique de Oyaneder enfrente del cerro del Guanaco y el álveo que separa á este del de las Pailas.

Sigue ahora desde aquí al norte la larga travesía calichosa donde la industria salitrera no ha sido aún materia de especulación.

Pasado el dorso que divide á las quebradas y cuenca de Taltal, á unos diez kilómetros al norte, la travesía queda longitudinalmente estrechada hacia el oeste por el cordón de colinas del *Dorado* y los *Amarillos*, formando este último brazo que gira al N. O., como un anfiteatro donde están los restos de la oficina J. A. Moreno y de donde arrancan los nacimientos de la región salitrera de Santa Luisa abundante en excelentes aguas subterráneas y que más abajo, al estrecharse la quebrada y al llegar al contacto de la formación diorítica con los esquistos de la costa, forma las vegas de Cascabeles cuyo cauce desemboca en la caleta del mismo nombre, perteneciendo esto, como se comprende, á la región de aguadas de la costa marítima.

Pero volviendo á la verdadera travesía desde la Aguada y siguiéndola al norte entre el Dorado y la sierra de Cachinal, la sequedad reina en toda su desnudez y soledad porque ninguna oficina salitrera ni asiento minero de importancia ha dado allí lugar á buscar el agua.

Si hubiera de presentarse el caso, las probabilidades de feliz éxito recaerían á lo largo de toda esa travesía que recoge las filtraciones de un largo trecho de cordillera que comprende las vegas de donde arranca la ya citada cañería de la sociedad minera Arturo Prat, las del cordón Profeta, en cuya falda occidental está la aguada de la *Cebada*, ojo de agua de un metro de diámetro abierto en pleno terreno de limo arcilloso; las caídas que bajan de Providencia y numerosas otras ramificaciones que tienen su origen en las faldas de la cordillera Domeyko.

Prueba de que las presunciones de encontrar agua en esta sección de la estéril travesía, es el haber sugirdo abundantísima y esquisita en el pique Barazarte, al pie del cerro Tetas por donde una

parte de estos desagües subterráneos se reunen en un cauce común para ir á reaparecer en otro punto de las faldas ó saltos geológicos tantas veces repetidos y que en este caso prodúcese en la aguada de *La Negra*, cerca de Antofagasta, á la orilla del ferrocarril, desde cuyo punto adelante, al norte, ya no vuelve á repetirse igual fenómeno hasta llegar al caudaloso Loa.

Aguadas de la costa.—Ya quedan citadas las del puerto de Taltal en los característicos pozos salobres de la orilla del mar y en las Vegas del Salto de la Brea y el inmediato de la Chilca y más adentro las abundantes vertientes de La Verde y *Pozo del Milagro.*

Salvando el cordón para caer á Santa Luisa se tienen primero las vegas de *Perrito Muerto* que se reunen más abajo á las de Cascabeles, quedando en el intermedio de estas y las de Taltal, las que corren por la quebrada de San Ramón y Coronel Vergara que se derraman subterráneamente en el mar por la estrecha garganta de la *Caleta*, inmediata al puerto de Taltal.

El cordón de la costa se pronuncia desde aquí al norte en un accidente orográfico notable que resalta como una muralla colosal con su base al nivel mismo del océano que la baña con sus olas, y sus cumbres abruptamente erguidas hasta mil y casi dos mil metros de altura.

Las frecuentes y densas nieblas del mar se estrellan contra ese potente obstáculo de granito que enfría la activa irradiación nocturna; se aglomeran, se comprimen, y no escalan la altura sino después de haberse condensado en espesa llovizna que empapa el suelo y lo fecunda.

Natural es que allí contraste la esterilidad de un suelo blanco y deslumbrante por la sal y las arenas, con la relativa lozanía que refleja los matices suaves del verde de prado y las yerbas floridas.

Natural es también ver por aquellas alturas y despeñaderos vagar como blancos copos flotando al viento, las ovejas que pastan, y metido en sus cuevas y pegado á las breñas, el chango indolente y uraño que cree el fin del mundo donde acaba su montaña—sin más horizonte que el del mar infinito, ni más esperanza que el ideal anhelado de vida mejor á través del inmenso espacio azulado.

El coloso que así modifica la monotonía de un aspecto uniforme

de rocas desnudas en una costa de clima también uniforme, es el macizo de *Parañare*, alto cerro, desde cuyas faldas se ve, en la vertical de precipicios de 1,000 metros de altura, el mar agitándose á sus pies. Y desde su cumbre á los 1,800, se domina el paisaje terrestre en toda su adusta é imponente grandeza, apareciendo como otro mar la vasta superficie del campo árido y salitroso, y como olas que lo agitan los lomos de las montañas que lo surcan.

De aquí vienen las leyendas sobre el Paposo, con sus *Estancias*, donde se ve el grupo de las higueras tradicionales; Matancillas, donde se carnea el ganado menor y se crían manadas de vacunos; la *Finca*, donde florece el durazno y el Peral; la *Capilla*, cabecera de su antiguo obispado, y sus changos, con su apego á las cuevas en que viven salvages como el hombre prehistórico, y con su fanática adoración al mar.

Hasta el fenómeno de las vertientes de agua dulce ó salobre que surge entre las olas del mar se reviste aquí de caracteres extraños.

No es una novedad lo de las vertientes submarinas.

Las hay en las costas de Italia entre Niza y Génova en tal abundancia que endulzan el agua del Mediterráneo.

Pero es porque allí se reunen, como en Paposo, las condiciones favorables de altos cerros á la costa, de una fuerte pendiente y un terreno permeable.

Adquiere sobre todo hermosas proporciones el fenómeno en la Spezia, donde la columna del agua surgente impele con fuerza las aguas marinas produciendo en ellas agitación y efervescencia.

En Paposo, la columna de agua dulce cuando baja la marea, vence la resistencia, y al surgir del seno del mar al aire libre, recobra todas sus condiciones de agua potable.

Por Tigrillo y la Lobería, al sur de Taltal, y por Botijas también, al norte de Paposo, y también en Bahía Salada, hay casos que parecen una verdadera paradoja hidrológica, más aparentemente inexplicable que la paradoja hidrostática.

Ó el agua es alternativamente dulce, salobre ó salada según los casos, sea en relación con las estaciones del año, las circunstancias meteorológicas, etc., ó es de calidad constantemente uniforme pero

invertido el orden natural aparente como en Paposo: dulce en el mar y salada en la playa al aire libre.

Figuremos un caso hipotético que quizá se verifica en más de un punto de los arriba nombrados.

Las filtraciones del cerro inmediato á la costa, forman ó no forman una cavidad en *M*, pero bajan en condiciones hidrostáticas favorables para formar un surgidero artesiano natural en *S.S'*, venciendo la capa de agua del mar que cubre el orificio de salida *S* durante la alta marea; hecho explicable fácilmente en razón de la presión y de la ley del equilibrio de los fluídos de diferente densidad, siendo aquí la menor la del agua dulce.

La base del terreno es la primitiva montaña, granítica ó cristalino-esquistosa, sobre la cual descansan capas arcillo-arenosas y conglomerados conchíferos terciarios, y encima de estos, ó en vez, los detritus contemporáneos de las playas marítimas que ocupan el espesor *OP*.

En *P* hay uno de los conocidos pozos, salados ó salobres según que lo invadan las aguas del pleamar ó que su retirada deja filtrar las aguas meteóricas del suelo esponjoso de la superficie.

Las estratas terciarias, entre la base granítica y las arenas gruesas de *O*, son impermeables ó poco permeables en sí mismas, pero así como las rocas más compactas, tienen grietas ó trizaduras por donde se comunican las aguas produciendo movimientos ascendentes ó descendentes según los casos.

Ahora bien, el nivel del agua en el pozo *P*, no sólo oscila con la

marea sino que á veces asciende á mayor altura que la plenamar, y este fenómeno no es sino el que ya hemos descrito en las salinas del Morro, debido á la acción capilar que combinada con la presión del mar impele el nivel de las aguas freáticas hácia arriba levantando por consiguiente su supeficie piezométrica.

Antes de la alta marea entonces, el agua pura de *M* ó de las filtraciones de la alta montaña, recibe en su paso por debajo de *O* las aguas saladas que la alta marea dejó allí, y sea que se filtren á través de la porosidad del terreno terciario ó que se escurran por entre sus grietas, las aguas marinas descenderán por su propio peso á mezclarse y á contaminarse con su salazón á las aguas dulces que en ese caso se escapan salobres por el orificio *S*.

Vuelve la alta marea, y entonces cesando esta causa, las aguas surgen dulces hasta la superficie en *S'* escapando en parte á la contaminación del agua marina que las envuelve.

De aquí el curiosísimo fenómeno de que los changos tienen agua dulce cuando les viene del fondo del mar, y agua salada cuando les surge en pleno aire libre.

Y no se ha perdido el tiempo para los fines prácticos, cuando se gasta en observar estos hechos.

Supóngase que el caso de la figura simulada es el que se produce en Paposo ó Tigrillo y que fuera necesario procurarse el agua siempre dulce y pura recibiéndola directamente como viene de la montaña.

Pues bastaría perforar, según como se presentase el terreno, un pique ó un chiflón en Ch.

La continuación de la costa al norte es árida, ofreciéndose sólo las aguadas escasas de las faldas, de la playa, como en Botijas y otros puntos hasta el puerto del Cobre, donde el agua de las máquinas de destilación es el único recurso.

Desde allí adelante, se encuentra arriba de la Sierrra, frente á la caleta de «Agua Dulce» una aguada del mismo nombre que actualmente presta salvadores servicios á los exploradores que por aquellas inmediaciones han descubierto numerosos filones de cuarzo aurífero.

El resto de la costa hasta Bolfín, ha sido hasta ahora imposible

invertido el orden natural aparente como en Paposo: dulce en el mar y salada en la playa al aire libre.

Figuremos un caso hipotético que quizá se verifica en más de un punto de los arriba nombrados.

Las filtraciones del cerro inmediato á la costa, forman ó no forman una cavidad en *M*, pero bajan en condiciones hidrostáticas favorables para formar un surgidero artesiano natural en *S.S'*, venciendo la capa de agua del mar que cubre el orificio de salida *S* durante la alta marea; hecho explicable fácilmente en razón de la presión y de la ley del equilibrio de los fluídos de diferente densidad, siendo aquí la menor la del agua dulce.

La base del terreno es la primitiva montaña, granítica ó cristalino–esquistosa, sobre la cual descansan capas arcillo–arenosas y conglomerados conchíferos terciarios, y encima de estos, ó en vez, los detritus contemporáneos de las playas marítimas que ocupan el espesor *OP*.

En *P* hay uno de los conocidos pozos, salados ó salobres según que lo invadan las aguas del pleamar ó que su retirada deja filtrar las aguas meteóricas del suelo esponjoso de la superficie.

Las estratas terciarias, entre la base granítica y las arenas gruesas de *O*, son impermeables ó poco permeables en sí mismas, pero así como las rocas más compactas, tienen grietas ó trizaduras por donde se comunican las aguas produciendo movimientos ascendentes ó descendentes según los casos.

Ahora bien, el nivel del agua en el pozo *P*, no sólo oscila con la

marea sino que á veces asciende á mayor altura que la plenamar, y este fenómeno no es sino el que ya hemos descrito en las salinas del Morro, debido á la acción capilar que combinada con la presión del mar impele el nivel de las aguas freáticas hácia arriba levantando por consiguiente su supeficie piezométrica.

Antes de la alta marea entonces, el agua pura de *M* ó de las filtraciones de la alta montaña, recibe en su paso por debajo de *O* las aguas saladas que la alta marea dejó allí, y sea que se filtren á través de la porosidad del terreno terciario ó que se escurran por entre sus grietas, las aguas marinas descenderán por su propio peso á mezclarse y á contaminarse con su salazón á las aguas dulces que en ese caso se escapan salobres por el orificio *S*.

Vuelve la alta marea, y entonces cesando esta causa, las aguas surgen dulces hasta la superficie en *S'* escapando en parte á la contaminación del agua marina que las envuelve.

De aquí el curiosísimo fenómeno de que los changos tienen agua dulce cuando les viene del fondo del mar, y agua salada cuando les surge en pleno aire libre.

Y no se ha perdido el tiempo para los fines prácticos, cuando se gasta en observar estos hechos.

Supóngase que el caso de la figura simulada es el que se produce en Paposo ó Tigrillo y que fuera necesario procurarse el agua siempre dulce y pura recibiéndola directamente como viene de la montaña.

Pues bastaría perforar, según como se presentase el terreno, un pique ó un chiflón en Ch.

La continuación de la costa al norte es árida, ofreciéndose sólo las aguadas escasas de las faldas, de la playa, como en Botijas y otros puntos hasta el puerto del Cobre, donde el agua de las máquinas de destilación es el único recurso.

Desde allí adelante, se encuentra arriba de la Sierrra, frente á la caleta de «Agua Dulce» una aguada del mismo nombre que actualmente presta salvadores servicios á los exploradores que por aquellas inmediaciones han descubierto numerosos filones de cuarzo aurífero.

El resto de la costa hasta Bolfín, ha sido hasta ahora imposible

de explorar; uno que otro viajero ó cateador se ha aventurado en esas escabrosidades y no pocos de ellos han dejado allí la vida.

Adelante de Bolfín sigue al norte la serie de aguadas de Mateo, La Negra y Carrizo, Chimba, Agua de López en Morro Moreno, muy frecuentada por los navegantes á la vela para hacer aguada.

En Mejillones, nada se ha intentado, pero desde allí á Cobija, Gatico y Tocopilla, hasta el Loa, no faltan las aguas salobres y más ó menos aprovechables.

En las alturas de Tocopilla, las minas que allí se trabajan dan en agua fuertemente alcalina, lo que no puede provenir sino de que las aguas meteóricas se impregnan allí de sales al filtrarse á través del terreno salitroso del Toco, cuya formación asciende hacia las alturas de suave declive desde la ribera poniente del Loa hasta cerca de las cumbres del cordón marítimo.

***

Por todo lo descrito se comprende que la escacez de aguas en el desierto no debe entenderse en el sentido absoluto de no haberla para los usos más indespensables de la vida, ni aún en muchos casos para las aplicaciones industriales que la requieren.

También queda demostrado que no hay tan largas distancias ni extensos radios á la redonda sin el auxilio indispensable de alguna gota de agua, sea de salvadora fuente natural, sea de pozo labrado; y sobre todo, creemos haber infundido la convicción de que el arte puede ser aplicado con fruto y con los beneficios inmensos de un éxito seguro en el descubrimiento de aguas subterráneas, en muchos de aquellos puntos donde más indispensable es su adquisición.

*(Continuará).*

# PROYECTOS

DE

# FERROCARRILES TRASANDINOS

EN LA PROVINCIA DE ATACAMA

Dos son los proyectos de ferrocarriles trasandinos que se han presentado con el objeto de dar salida al Pacífico por el puerto de Caldera á las importantes provincias arjentinas que deslindan, cordillera de por medio, con nuestra provincia de Atacama. El primero atraviesa la cordillera en el portezuelo de San Francisco y el segundo en el Portezuelo de Peña Negra.

El primer proyecto se desprende de la estación de Puquios, extremo del ramal que va al naciente del ferrocarril de Copiapó, subiendo por la quebrada de Paipote hasta el Salto, en donde tiene que repechar unos 64 metros verticales para desde ahí ir á dar á las vegas de San Andrés, continuando por esa quebrada hasta llegar á los nacimientos de la de Codocedo. En seguida repecha el portezuelo de Codocedo de 4,534 metros de altura sobre el nivel del mar para después bajar á la hoya de Maricunga hasta el río Lamas. Sube por este río hasta el portezuelo de Tres Cruces de 4,728 metros de altura, después baja á la meseta de San Francisco, pasando por Laguna Verde, hasta llegar al portezuelo de San Francisco, de 4,874 metros de altura, límite divisorio chileno-argentino, para después bajar por el río San Francisco, Las Lozas, Cazadero Grande, Pastos Largos, Chaschuil, Lorohuasi, Fiambalá, etc., del territorio arjentino.

El segundo de los proyectos mencionados, tiene su origen en la estación de San Antonio, extremo S. E. del ferrocarril de Copiapó,

cuyo trazo subiría por el valle del río Copiapó hasta la junta de sus tres afluentes, de Jorqueras, Pulido y Manflas, continuaría subiendo por el primero de dichos afluentes hasta la Guardia, después seguiría por el río Turbio hasta la junta de Cachitos y continuaría por el río Plaza, pasando por las veguitas del Pan Grande y Pan Chico hasta llegar al portezuelo de Peña Negra, de 4,200 metros de altura sobre el nivel del mar, línea divisoria chileno-argentina, para después bajar á la Ollita, Pucha-Pucha, etc., de la República Argentina.

Materia de este artículo serán estos dos proyectos sobre los cuales se pide concesiones hoy día á las Repúblicas de Chile y Argentina, y de las cuales están pendientes los atacameños y con razón, puesto que se trata de algo que le dará vida permanente á esa importante provincia y que le asegurará su prosperidad en el porvenir.

Debo hacer presente que los datos que acompaño han sido tomados de los estudios hechos por el ingeniero don Francisco Sayago y otros, y además por los recogidos por el que suscribe en sus exploraciones del Desierto, como se verá en los perfiles de la figura adjunta.

Examinaré primero la mayor ó menor facilidad que estos dos proyectos de línea férrea presentan en su ejecución, estableciendo comparaciones entre sí, y después indicaré cuál de ellas sería más ventajosa al país y á los particulares, en la región chilena.

El proyecto de ferrocarril por San Francisco tendría de largo, según el ingeniero señor Sayago, 205 kilómetros á contar desde la estación de Puquios y 345 kilómetros desde el puerto de Caldera. Tendría que repechar el famoso salto de San Andrés, la cuesta de Codocedo que se eleva hasta 4,534 metros sobre el mar, bajaría á la laguna de Maricunga de 3,940 metros de altura, subiría por el torrentoso río Lamas hasta el portezuelo de tres Cruces de 4,728 metros de altura y en seguida repecharía el gran portezuelo de San Francisco que se eleva hasta 4,874 metros sobre el mar para después bajar con gradiente de 4.2 por ciento por el río San Francisco. Entre Puquios y el salto de San Andrés hay 26 kilómetros, siendo su gradiente máxima de 5.3 por ciento; la mínima de 2.3 por ciento y la media de 3.3 por ciento. Entre el salto de San Andrés y el portezuelo de Codocedo hay 63 kilómetros, siendo su gradiente mínima

de 2.7 por ciento, la máxima hasta de 15.3 por ciento y la media de 3.86 por ciento. Entre portezuelo Codocedo y extremo N. del salar de Maricunga hay 15 kilómetros con gradiente mínima de 1.9 por ciento, máxima de 11,4 por ciento y media de 4 por ciento, bajando. Entre el extremo N. de la Laguna y el portezuelo de Tres Cruces hay 32 kilómetros con gradiente mínima de 1.3 por ciento, máxima de 10.3 por ciento y media de 2.46 por ciento, subiendo. Entre portezuelo de Tres Cruces y San Francisco hay 69 kilómetros con gradientes mínimas de 0.3, 0.9 y 0.6 por ciento que suben y bajan, y máximas de 13 por ciento que baja de Tres Cruces y 3.4 por ciento con que sube el portezuelo de San Francisco. La distancia total que hay para este proyecto entre Puquios y el portezuelo de San Francisco es de 205 kilómetros.

Por consiguiente, este proyecto, en vista de las gradientes apuntadas, no tendría los 205 kilómetros indicados en el perfil, sino que tendría que ser desarrollado en mucho mayor extensión.

Examinemos ahora el segundo proyecto.

Desde San Antonio la línea iría por la quebrada del río Copiapó, siguiendo por sus afluentes y subafluentes de una manera gradual y siempre ascendiendo hasta llegar al portezuelo de Peña Negra, línea divisoria chileno-argentina, recorriendo una extensión de 158 kilómetros, después bajaría á la Ollita, Pucha-Pucha, etc., en territorio argentino, con gradientes de 1.1 y 0.6 por ciento.

Para este proyecto, entre San Antonio y el Obispito, hay 136 kilómetros con gradientes mínimas de 1.1% 1.3% y 1.6%, máximas de 2.3% y 2.7% y media de 1.7%. Entre el Obispito y el portezuelo de Peña Negra hay 22 kilómetros con gradiente media de 3.8% subiendo y no de 3.3% como por error de copia, se puso en la figura que representa el perfil.

La parte difícil de este proyecto es la subida al portezuelo de Peña Negra; aquí la quebrada se divide en dos, una á la derecha y otra á la izquierda, esta última es la que va á dicho portezuelo. Por la primera de dichas quebraditas se puede ganar fácilmente altura haciendo algunas curvas, con las cuales se llegaría á media cuesta; después la quebrada es bastante ancha hasta llegar al portezuelo con gradiente media de 3%.

En este proyecto no hay cortes ni terraplenes de consideración, ni túneles que perforar.

Á continuación y como dato ilustrativo para mayor claridad copio el registro, que ha servido para construír estos dos perfiles, partiendo las distancias horizontales desde el puerto de Caldera.

**Ferrocarriles Trasandinos de Atacama, vía Puquios y San Antonio.**

| DISTANCIAS HORIZONTALES EN METROS DESDE CALDERA | ALTURAS EN METROS SOBRE EL MAR | ESTACIONES |
|---|---|---|
| 0 | 0 | Caldera. |
| 7,340 | 67. | Carpa N.º 1. |
| 15,726 | 129.1 | Alto del Fraile. |
| 25,140 | 132.3 | Carpa N.º 2. |
| 40,920 | 137.3 | Monte Amargo. |
| 47,000 | ..... | Chañarcillito. |
| 59,160 | 225.7 | Carpa N.º 3. |
| 63,290 | 254.1 | Piedra Colgada. |
| 69,510 | 290.8 | Toledo. |
| 73,000 | 311. | Carpa N.º 4. |
| 80,728 | 369.6 | Copiapó. |
| 88,178 | 429. | Punta Negra. |
| 89,847 | 438.6 | Paipote (Carpa N.º 5). |
| 97,322 | 489.6 | Tierra Amarilla. |
| 98,931 | 500.6 | Punta del Cobre. |
| 103,911 | 539.9 | Nantoco. |
| 108,211 | 579.5 | Cerrillos (Carpa N.º 6). |
| 111,782 | 610.3 | Totoralillo. |
| 118,105 | 668.1 | Pabellón. |
| 119,597 | 684. | Carpa N.º 9, |
| 121,000 | ..... | Potrero Seco. |
| 126,371 | 746.8 | Yeso (Carpa N.º 7). |
| 132,000 | ..... | Jardín. |
| 137,691 | 857.4 | Tres Puentes. |
| 144,701 | 948.2 | Loros (Carpa N.º 8). |
| 151,229 | 1,000.3 | San Antonio. |
| 173,000 | 1,365. | Juntas. |
| 211,000 | 1,880. | Jorqueras. |
| 244,000 | 2,670. | Guardia. |
| 256,000 | 3,000. | Cachitos. |

| DISTANCIAS HORIZONTALES EN METROS DESDE CALDERA | ALTURAS EN METROS SOBRE EL MAR | ESTACIONES |
|---|---|---|
| 287,000 | 3,360. | Obispito. |
| 309,000 | 4,200. | Peña Negra. |
| 349,000 | 3,725. | La Ollita. |
| 369,000 | 3,600. | Pucha-Pucha. |
| ..... | 437.4 | Paipote. |
| 97,817 | 539.3 | Ladrillos. |
| 105,595 | 645. | Chulo (Carpa N.º 11). |
| 115,000 | 796.2 | Garín. |
| 128,119 | 1,005. | Venado (Carpa N.º 12). |
| 140,136 | 1,237.6 | Puquios. |
| 158,616 | 1,666.7 | Juntas. |
| 166,836 | 2,099. | Salto. |
| 180,736 | 2,538.4 | San Andrés. |
| 206,916 | 3,300. | Block. |
| 225,536 | 3,915.4 | Quebrada Codocedo. |
| 229,326 | 4,534.2 | Portezuelo Codocedo. |
| 232,586 | 4,168. | Ranchos. |
| 244,486 | 3,940. | Extremo N. de la Meseta. |
| 272,036 | 4,296. | Ojo de Agua. |
| 276,336 | 4.728. | Tres Cruces. |
| 277,936 | 4,519. | ..... |
| 292,336 | 4,424. | ..... |
| 300,936 | 4,606. | ..... |
| 323,536 | 4,541. | Laguna Verde. |
| 339,236 | 4,688.9 | ..... |
| 345,736 | 4,874,6 | Portezuelo San Francisco. |
| 355,036 | 4,437.7 | ..... |
| 363,136 | 4,038. | Río San Francisco. |
| 386,636 | 3,836. | Las Lozas. |
| 425,536 | 3,669.7 | Cazadero Grande. |
| 449,536 | 3,352.7 | Pastos Largos. |
| 470,336 | 3,210. | Chaschuil. |
| 510,936 | 2,198. | Lorohuasi. |
| 540,336 | 1,639. | Fiambalá. |
| 552,836 | 1,416. | Los Morteros. |
| 581,736 | 1,208. | Finogosta. |
| 604,536 | 1,169. | Copacabana. |
| 624,636 | 1,098. | Río Colorado. |
| 656,136 | 967. | Alpacinche. |
| 694,336 | 817. | Machigasta. |

Los datos apuntados son bien reveladores y conviene fijar en ello la atención, asi como también en las anteriores consideraciones.

El primer proyecto tiene 205 kilómetros de largo desde Puquio hasta el paso de San Francisco, susceptible de ser más desarrollado mientras que el segundo proyecto sólo tiene 158 kilómetros desde San Antonio al paso de Peña Negra. Además San Francisco está á 345 kilómetros del puerto de Caldera y Peña Negra está á 309 kilómetros desde ese mismo puerto.

Resumo á continuación en las siguientes razones la preferencia que doy al proyecto por Peña Negra sobre el de San Francisco.

1.º Porque la distancia es menor en 47 kilómetros.

2.º Porque la distancia al puerto de Caldera desde la línea divisoria con la Argentina es menor en 36 kilómetros.

3.º Porque por Peña Negra no hay grandes cortes, ni terraplenes ni túneles, como puede ser necesario por San Francisco.

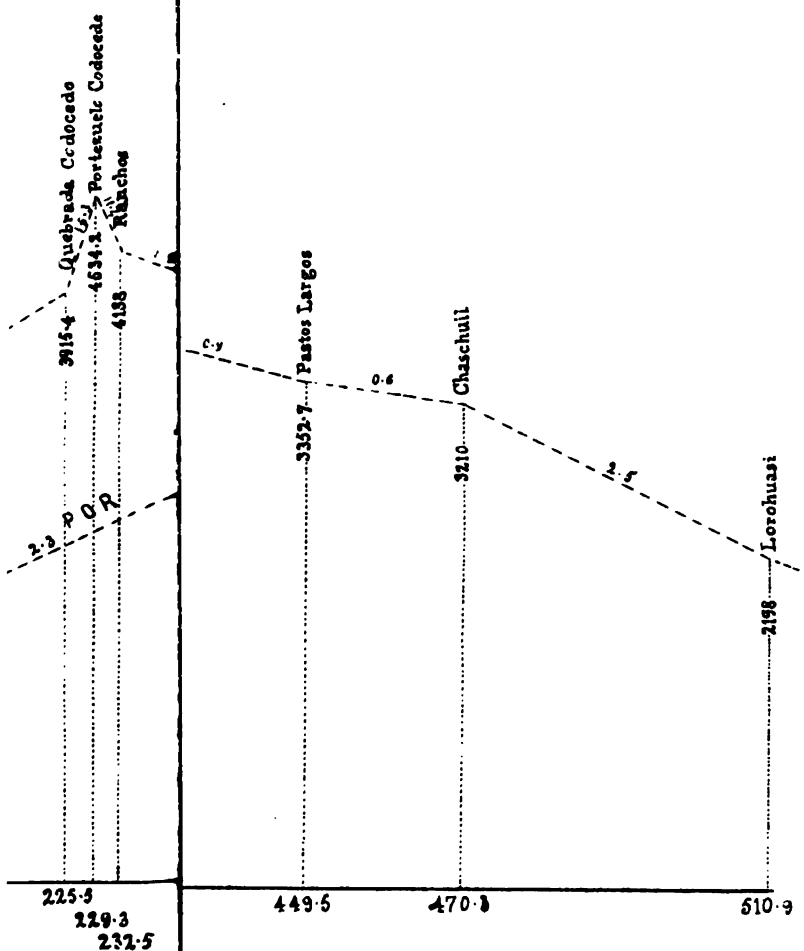
4.º Porque las gradientes del primero no sólo son mucho menores que las del segundo, sino también que aquellas no son de consideración, aún tratándose de líneas férreas que no son trasandinas.

5.º Porque el primer proyecto exije mayor desarrollo que el segundo, dando por consiguiente, mayor diferencia que la de 47 kilómetros de exceso.

6.º Porque la naturaleza del terreno y vías de comunicación son de mejores condiciones por el río de Copiapó.

7.º Porque por el lado argentino el primer proyecto presenta mayores dificultades que el segundo.

Ahora, si se miran estos proyectos (y siempre en la región chilena) por el lado industrial, vemos que el proyecto por San Francisco protejería sólo la explotación reducida del mineral de la Coipa y borateras de Maricunga; mientras que el proyecto por Peña Negra daría lugar al desarrollo minero é industrial de toda la región comprendida entre el mineral de San Antonio y el paso de Peña Negra región indudablemente rica en minas de plata y cobre, como lo manifiestan los distintos veneros que en Tres Chañares, La Guardia, Come Caballo, etc., se encuentra. Además la zona que recorre el primer proyecto es completamente árida, elevada y fría, donde los pocos arroyos de aguas que se encuentran se conjelan hasta en el




1 por 50000.

1: 1 por 1.000 000.

Los datos apuntados son bien reveladores y conviene fijar en ellos la atención, asi como también en las anteriores consideraciones.

El primer proyecto tiene 205 kilómetros de largo desde Puquios hasta el paso de San Francisco, susceptible de ser más desarrollado; mientras que el segundo proyecto sólo tiene 158 kilómetros desde San Antonio al paso de Peña Negra. Además San Francisco está á 345 kilómetros del puerto de Caldera y Peña Negra está á 309 kilómetros desde ese mismo puerto.

Resumo á continuación en las siguientes razones la preferencia que doy al proyecto por Peña Negra sobre el de San Francisco.

1.º Porque la distancia es menor en 47 kilómetros.

2.º Porque la distancia al puerto de Caldera desde la línea divisoria con la Argentina es menor en 36 kilómetros.

3.º Porque por Peña Negra no hay grandes cortes, ni terraplenes ni túneles, como puede ser necesario por San Francisco.

4.º Porque las gradientes del primero no sólo son mucho menores que las del segundo, sino también que aquellas no son de consideración, aún tratándose de líneas férreas que no son trasandinas.

5.º Porque el primer proyecto exije mayor desarrollo que el segundo, dando por consiguiente, mayor diferencia que la de 47 kilómetros de exceso.

6.º Porque la naturaleza del terreno y vías de comunicación son de mejores condiciones por el río de Copiapó.

7.º Porque por el lado argentino el primer proyecto presenta mayores dificultades que el segundo.

Ahora, si se miran estos proyectos (y siempre en la región chilena) por el lado industrial, vemos que el proyecto por San Francisco protejería sólo la explotación reducida del mineral de la Coipa y borateras de Maricunga; mientras que el proyecto por Peña Negra daría lugar al desarrollo minero é industrial de toda la región comprendida entre el mineral de San Antonio y el paso de Peña Negra región indudablemente rica en minas de plata y cobre, como lo manifiestan los distintos veneros que en Tres Chañares, La Guardia, Come Caballo, etc., se encuentra. Además la zona que recorre el primer proyecto es completamente árida, elevada y fría, donde los pocos arroyos de aguas que se encuentran se conjelan hasta en el

Quebrada Cedoceda
3815·4
4534·2
Portezuela Cedoceda
Rincón
4138
Pastos Largos
3353·7
Chacholl
225·4
229·3
232·5

1 por

d: 1 por 1

verano; mientras que la zona del segundo es abundante de agua, pasto, leña y tierra fértil para la agricultura, sin contar la producción agrícola en los distintos afluentes del río Copiapó.

Por todas estas consideraciones creo que el proyecto por Peña Negra, vía de San Antonio, es muy aceptable y presta ventajas positivas, bajo cualquier punto de vista que se le mire, al país ó á los particulares.

Réstame indicar aquí que el paso por Peña Negra es tan fácil que en sus inmediaciones y por la vía de Pan Grande, que presenta mayores dificultades que el primero, pasaron hace tiempo más de veinte carretas á la República Argentina, habiendo continuado después por sobre sus huellas un tráfico carretero constante hasta que las lluvias acabaron por destruír las alcantarillas provisionales sobre las que se cruzaban los arroyos.

El Supremo Gobierno, comprendiendo esta fácil vía de comunicación con la Argentina, ha hecho arreglar este camino, porque lo considera además, como el paso trasandino de más importancia para la provincia de Atacama. Por esta razón hay una vía carretera contruída por el ingeniero don Macario Sierralta hasta cerca de la línea limítrofe, lo que ha hecho que esta vía sea preferida para el tráfico entre chilenos y argentinos. Pero otra vez la acción de las lluvias ha vuelto á dejarlo imposible para el tráfico.

Y por el contrario, la vía de San Francisco ha sido casi abandonada para el tráfico, pues esta región es muy fría, accidentada y por todas partes descubre el viajero inmensas cantidades de osamentas de los ganados argentinos que en otro tiempo se atrevieron á pasarla.

Al hacer la presente exposición no tengo más interés que aclarar en vista de los datos recogidos personalmente en el terreno en mis trabajos de exploraciones del desierto, esta gran cuestión que puede ser mañana fuente inmensa de riquezas y de comercio para ambos países.

Enero de 1890

SANTIAGO MUÑOZ C.
Ingeniero de minas.

# ESTUDIO
## DE LAS SALITRERAS Y BORATERAS
### DE MARICUNGA

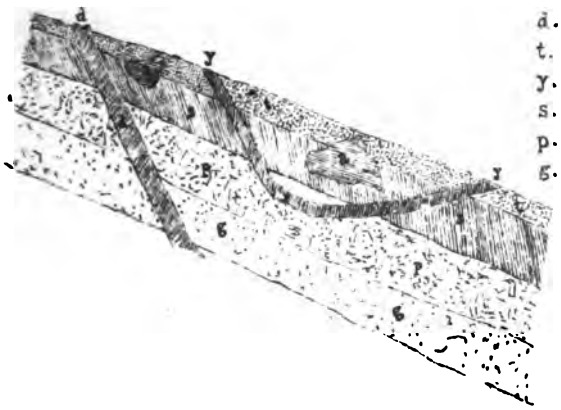
POR EL INGENIERO ABELARDO PIZARRO A.

Animado por la indulgencia con que debe siempre acogerse la publicación de datos científicos, respecto de una localidad que encierra depósitos de sustancias minerales, de aplicación en la industria, en la cual se cree llegar á establecer con ventajas oficinas de explotación y beneficio y creyendo que el estudio de los diversos depósitos de *salitre*, *boratos*, *sal común*, *azufre*, *alúmina* y *yeso*, que se encuentran en la gran hoya de Maricunga, pueda ser de alguna utilidad práctica para el industrial ó minero que fuera á establecerse ahí, me alienta para dar á la publicidad los apuntes que he reunido en mi cartera y la opinión que he llegado á formarme, después de las investigaciones practicadas en cada uno de dichos depósitos.

Principiaré por dar á conocer la situación de la pampa de Maricunga y su formación, continuando después, de la manera más clara y precisa que me sea posible, con la descripción de los trabajos ejecutados, para lo cual me referiré al croquis adjunto, el cual da una idea aproximada á la realidad, de la formación, extensión y configuración del terreno explorado.

Situación y límites.—La importante hoya de Maricunga se encuentra situada en las vertientes occidentales de la cordillera de los Andes, á 110 kilómetros de distancia de la estación de Puquios, extremo N. E. del ferrocarril de Copiapó, á una altura de 3,689 metros sobre el nivel del mar.

Está encerrada hacia el norte por el portezuelo que la divide de la Pampa de Pedernales; por el naciente la limitan los cerros de Tres Cruces, en la línea anticlinal á los cerros de Colorados, que se prolongan al norte de estos últimos, siguiendo las cumbres de la cordi-

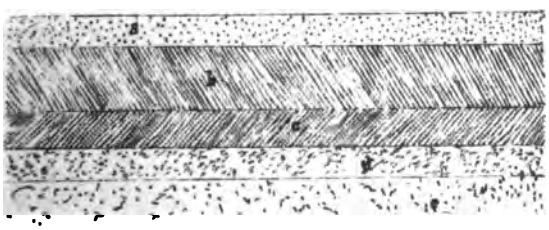


**CORTE Nº 1.**

d. Dique.
t. Terreno de acarreo.
y. Yeso.
s. Salitre.
p. Pórfido cuarsífero descompuesto.
g. Gredas i arenas.

**CORTE Nº 2.**

d. Dique.
t. Terreno de acarreo.
y. Yeso.
s. Salitre.
p. Pórfido cuarsífero descompuesto.
g. Gredas i arenas.



**CORTE Nº 3.**

a. Sal i arcilla.
b. Borato de cal.
c. id. id. i de sosa.
d. id. id. i arcilla.
e. Gredas.

llera *Claudio Gay*, así llamada por el inteligente y laborioso ingeniero en jefe de la Comisión Exploradora de Atacama, señor Francisco J. San Román; por el sur la limitan los cerros de *Ciénega Redonda*, *Pastillos* y *Azufre* y por el poniente la cierran las cumbres de la cordillera Domeyko, denominadas *Santa Rosa de Maricunga* y *Codocedo*, de donde se desprende el pequeño cordón de cerros del *Toro*.

EXTENSIÓN.—Mide de largo de norte á sur 32 y medio kilómetros y de oriente á poniente 20 kilómetros, como su ancho medio; comprendiendo una superficie casi plana de 650 kilómetros cuadrados.

FORMACIÓN.—Las rocas dominantes en toda la región de Maricunga son las *traquitas*, *piedra pómez* y *obsidiana*. El origen de estas rocas volcánicas se encuentra perfectamente explicado, por la formación de los cerros del Toro y Tres Cruces, cuyas elevadas cumbres no son otra cosa que verdaderos cráteres de antiguos volcanes, hoy en completo estado de reposo.

De toda esta formación, han llamado especialmente mi atención el cerro del Toro, en el cual se encuentran depósitos de salitre, alumina y yeso; la laguna de Maricunga que encierra los depósitos de boratos y cloruro de sodio, y los cordones que, desprendiéndose del cerro del Azufre, se dirigen al norte para cerrar por el sur la hoya de Maricunga, en los cuales se encuentran depósitos de salitre, azufre, alumina y yeso.

Para las referencias consúltese el mapa adjunto.

«EL TORO».—Como he dicho antes, este cerro que limita por el poniente la Pampa de Maricunga, dividiéndola de la Quebrada de Codocedo y de la *Coipa*, da nacimiento á las lomas, que, próximas á la laguna, contienen los mantos sucesivos de salitre, alumina y yeso, como se ve en el corte núm. 1; su formación es principalmente volcánica, encontrándose ahí reunidas las traquitas, piedra pómez y cenizas volcánicas.

La formación de los depósitos de esta sustancia no es regular, debido á que ella se encuentra dividida por verdaderas fallas, las cuales han hecho cambiar completamente el orden primitivo de su formación.

Encuéntrase también en estas mismas lomas del Toro, algunos depósitos de sal, que, como los anteriores, son irregulares.

SALITRE.—El salitre que aquí se encuentra es de estructura granu-

da, semicristalino, se desagrega fácilmente por compresión entre los dedos; sobre carbón encendido chisporrotea, avivando la combustión. En partes está mezclado con arcilla ferruginosa. Su ley varía entre 18 y 67 por ciento.

Es de notar en la capa principal que el centro de ella lo ocupa el salitre de mejor calidad, por encontrarse en la parte superior é inferior de ella mezclado con arcilla y arena.

La situación de las capas es en partes horizontal y en partes tiene hasto 40 por ciento de inclinación.

SUPERFICIE, VOLUMEN Y TONELADAS DE SALITRE.—La superficie que contiene esta sustancia, en la loma norte, es de 4,600 metros cuadrados, superficie que, por el espesor medio de la capa de salitre, que es de 14 centímetros, da 644 metros cúbicos. El volumen aprovechable puede reducirse en 25 % por la presencia del yeso y arcilla que será necesario separar en la explotación. Queda, por consiguiente, reducido á 483 metros cúbicos este depósito. Su peso específico varía entre 1,95 y 2,30; tomando el término medio será 2,12. Este peso específico por el número de metros cúbicos da 1,024 toneladas de salitre, de ley variable entre 18.5 y 67.4 por ciento.

La loma sur, más extensa que la anterior, y en la cual se labraron 27 pozos de reconocimiento, comprende una superficie de 18,600 metros cuadrados. El espesor medio de la capa es de 22 centímetros lo que da 4,092 metros cúbicos, que, por la misma densidad, dan 6,506 toneladas de salitre, deducida ya la porción de arcillas y yeso que será necesario separar.

Un análisis practicado sobre una muestra que representa aproximadamente el término medio de la ley explotable, me ha dado el siguiente resultado:

| | |
|---|---|
| Materia insoluble | 0.010 |
| Nitrato de sosa ($NaO, AzO^5$) | 56.250 |
| Agua | 6.250 |
| Sulfato de sosa | 34.600 |
| Sulfato de cal | |
| Cloruro de sodio | 2.750 |
| | 99.860 |

SALITRE DEL AZUFRE.—Del mismo modo que en el cerro del Toro la formación es exactamente igual, como se ve el corte núm. 2.

Está situado solamente á 2,000 metros al sur, del extremo sur de la pampa, en los cerros que dividen y forman las quebradas de Santa Rosa y Pastillitos.

Con el anterior existe la sola diferencia de que aquel está situado solamente á una altura que varía entre *50* y *100* metros verticales, sobre el nivel de la laguna y éste está situado en la cumbre de un cerro que está 400 metros verticales sobre el nivel de la misma. Sin embargo, esta diferencia se explica perfectamente, por la diferencia de fuerza en el solevantamiento general habido en esta región, el cual ha sido mayor en la parte sur.

En cuanto á su importancia, es inferior á la del anterior, porque la mucha irregularidad que existe en el depósito, presentándose ya en capas ó filones, hacen que el cálculo arroje una suma reducida de toneladas de materia explotable.

La superficie encerrada por los pozos aquí labrados es de 29,500 metros cuadrados, de los cuales sólo 9,500 metros contienen salitre; el espesor medio en esta extensión puede tomarse solamente, como de 8 centímetros, lo que da 760 metros cúbicos que multiplicados por la densidad, dan 1,547 toneladas de salitre, cuya ley varía entre 22.$^{3}$ y 71.$^{7}$ por ciento.

Es de notar que en toda la pampa no se encuentra absolutamente nada de caliche, sucediendo aquí todo lo contrario de lo que se observa en las salitreras de Taltal, Antofagasta y Tarapacá, en donde tanto abunda. En estos tres últimos lugares se presenta el salitre en verdaderas capas regulares, que permiten calcular fácilmente el número de toneladas que puede encerrar un depósito; mientras en el Toro y en el Azufre es tal la irregularidad de la formación que no permiten un cálculo exacto.

LAGUNA DE MARICUNGA.—La laguna de Maricunga recorre la pampa de sur á norte, variando su ancho, según la época del año; aumentando en el verano por el derretimiento de las nieves y las lluvias, y disminuyendo en el invierno por la conjelación de la mayor parte del agua que contiene.

Recibe esta laguna las aguas que provienen del derretimiento de

las nieves, que llegan á ella por infiltración ó las que le llevan los ríos Colorado y Lamas por el naciente; Astaburuaga, Pastillos, Coipita, Pastillitos y Santa Rosa por el sur y Toro y Codocedo por el poniente.

El principal de todos estos riachuelos es el Lamas; sin embargo, sus aguas, como las de todos los demás, no alcanzan á llegar á la laguna por la superficie de la pampa, por ser muy permeable el terreno que la forma.

La extensión de la laguna se puede considerar, en la actualidad, como una duodécima parte de la extensión del salar, que mide 156 kilómetros cuadrados de superficie. Ella encierra los depósitos de borato y sal común que paso á describir.

Borato.—La superficie explotada hasta la fecha indicada, que se figura en el croquis bajo la letra A, es un tanto exajerada; pero puede estimarse en 650,000 metros cuadrados, cuyo espesor ha sido 20 centímetros, término medio. La marcada con la letra B, reconocida por medio de pozos, contiene borato que aún no se ha explotado, en la cual el espesor medio es de 24 centímetros; su ley es de 27 por ciento de ácido bórico.

Un análisis practicado de esta sustancia me ha dado el siguiente resultado:

| | |
|---|---|
| Agua higrométrica y de combinación | 34.986 |
| Materia insoluble | 0.585 |
| Acido bórico | 38.193 |
| Cal | 13.202 |
| Sosa | 9.650 |
| Cloruro de sodio | 3.140 |
| | 99.756 |
| Pérdida | 0.244 |

El borato generalmente se presenta bajo dos formas: en capas regulares y en bolones; el de la primera clase ocupa una gran parte de la superficie del salar, alternando con capas de sal impura, raras veces cristalina, mezclada con margas salinas. Como se ve en el corte núm. 3, la parte superior la ocupa siempre una capa de sal, mezclada con

arcilla ó lodo; debajo de ésta se presenta la capa principal de boracita, cuyo espesor suele alcanzar, en el terreno reconocido, á 35 centímetros; bajo la capa de borato se presenta otra capa, mezcla de borato de cal, borato de sosa y arcilla ferruginosa, de color rojizo y por último, bajo esta última capa, se encuentra una otra de boracita de poco espesor, que sólo alcanza á 9 centímetros; sin embargo, en algunos puntos alcanza á tener 25 centímetros de espesor, aunque su ley disminuye con el aumento de éste, porque ya la capa se deshace, presentándose, por lo general, en bolones.

La capa superior de borato es la que da mayor ley de ácido bórico; sin embargo no se presenta en toda la extensión reconocida; ella tiende á disminuír de espesor, desaparece en partes, conservando solamente uno ó dos centímetros de grueso y en estos puntos se observa entonces que la capa más inferior de borato, se encuentra más inmediata á la superficie, mejorando, con su situación, su calidad.

Las masas sueltas ó bolones que, por lo general, se encuentran en la orilla de la barranca, que limitan la laguna se presentan también en pequeñas pelotillas, reunidas por medio de una tierra rojiza, cuyo volumen varía desde 5 centímetros hasta 3 decímetros cúbicos.

En el interior son perfectamente blanco de nieve, muy liviano, blando, esponjoso, que se comprime fácilmente con los dedos.

La superficie reconocida que contiene borato no explotado, por su espesor medio, da un volumen de 48,000.000 de metros cúbicos que, por la densidad (2.°) de esta sustancia da 96,000.000 de toneladas de borato de ley de 27% aproximadamente, de ácido bórico.

Existe otra gran parte de terreno que contiene borato, pero que no fué posible reconocer, por haber sido imposible llegar hasta ella. La gran cantidad de agua, que hoy cubre el salar, ha formado lodazales y pantanos, a los cuales es peligroso penetrar.

Según el análisis practicado sobre esta sustancia se ve claramente que la proporción de agua higrométrica puede eliminarse completamente por medio de una simple calcinación, á una temperatura de 89.$^{85}$ grados centígrados, temperatura a que hierve el agua en este lugar: la sal común, que á veces alcanza hasta 12%, se elimina también por medio del lavado. Por consiguiente practicando estas dos

sencillas y económicas operaciones, puede esta materia mejorarse en calidad notablemente quedando al final compuesta en la forma siguiente:

| | |
|---|---|
| Ácido bórico | 48.880 |
| Cal y sosa | 29.052 |
| Insoluble | 0.718 |
| Agua de combinación | 21.389 |

La lei explotable varía, por lo general, entre *18* y *26%* pudiendo elevarse ellas respectivamente a *25* y *33%*, por medio del lavado y calcinación.

SAL.—Hacia la parte norte del salar se encuentra el gran depósito de sal común, situado al pié del cerro que lleva este nombre comprende una gran superficie, la cual se encuentra hoy casi completamente cubierta de agua, pudiendo observarse solamente la formación en los lugares, en que se explota esta sustancia.

Sus caracteres principales son: color blanco, muy limpio, estructura hojosa, plana, con cruceros, lustre de vidrio; es blanda y su sabor salado, es agradable. Se encuentra en verdaderas capas, que sucesivamente van formándose, separándose entre sí por una liz de arcilla ferrujinosa, muy delgada, que sólo sirve para indicar el espesor de cada capa que se forma.

La formación de esta sustancia tiene su origen en la naturaleza salina de las montañas que circundan la pampa, de las cuales es acarreada al salar en disolución en el agua de los arroyos que vienen á perderse en la laguna. Quedando las aguas, casi en un verdadero estado de reposo, tiene lugar una gran evaporación, muy enérgica á causa de la baja presión atmosférica y de la gran sequedad del aire.

El caudal de agua que contiene la laguna es mui abundante en la parte sur de ella, en donde se nota una corriente de 1.$^{50}$ mt. por segundo. Frente á las casas y al poniente de ellas puede notarse que la velocidad de las aguas del cauce, es bastante lenta; principiando desde ahí, al norte á extenderse cubriendo una superficie considerable, como se ve en el Croquis, en la cual el espesor es por lo general, poco considerable, notándose en muchos puntos que forma sola-

mente una sábana de agua, completamente saturada de sal. La activa evaporación del agua que produce la saturación de la masa líquida, tiene como consecuencia la cristalización de la sal, la cual es tanto más confusa cuanto mayor es la ajitación de la masa líquida, cuya ajitación se debe en su mayor parte á los fuertes vientos que soplan en la pampa y á las corrientes de los arroyos, que se vierten en la laguna.

El espesor de la capa que se explota ordinariamente, varía entre *15* y *24* centímetros, notándose en él las capas sucesivamente formadas y separadas entre sí por una liz de arcilla rojiza. Según datos que he tomado el espesor de la gran masa de sal, ha alcanzado á $2.^{50}$ mts. sin que se haya podido notar cual era el término del espesor.

La capa de sal y arcilla, que cubre la mayor parte del salar, no tiene importancia alguna comercial o industrial.

CANTIDAD.—La extensión que comprende la sal de buena calidad, marcada en el croquis con la letra C (O) es de 10,000.000 de metros cuadrados. Ahora, considerando el espesor conocido hasta la fecha, tenemos 25,000.000 de mts. cúbicos, cuya densidad es de $2.^{15}$, lo que arroja 53.750,000 toneladas de sal cristalizada, perfectamente pura.

SULFATO DE ALUMINA.—El principal depósito de esta sustancia se encuentra a 6 y ½ kilómetros al sur de la vega de Pastillitos, en las caídas sur del cerro que también contiene los grandes depósitos de azufre. La extensión de este depósito es de 75,000 metros cuadrados en el cual el espesor de la capa es, término medio, de 30 centímetros, lo que nos da 22,500 metros cúbicos que, por la densidad de ella $1.^{65}$, da 3,375 toneladas de materia fina.

Sus caracteres principales son: color blanco de nieve, algo trasluciente, áspera al tacto, estructura terrosa, fina; blanda, desmoronadiza; sabor ácido, astringente.

COMPOSICIÓN

| | |
|---|---|
| Agua | 50.385 |
| Materia insoluble | 0.007 |
| Alumina | 28.560 |
| Ácido sulfúrico | 21.046 |
| | 99.998 |

Además del depósito anterior se encuentra en el mismo cerro, al poniente de él, otro depósito, cuya cantidad la estimo en 2000 toneladas.

En el cerro del Toro y en los cordenes del Azufre, que contienen los depósitos de salitre, se encuentran también depósitos irregulares de sulfato de alumina, cuyo espesor varía entre *5* y *20* centímetros, cuya cantidad aproximada en el primer depósito (Toro) puede estimarse en 1000 toneladas y en 400 las del segundo.

Azufre.—El gran depósito de esta sustancia, situado en el mismo cerro que el depósito principal de sulfato de alumina comprende una superficie de 5,100 metros cuadrados. El espesor conocido del depósito alcanza á 2 metros 85 centímetros; sin embargo continúa en hondura, la misma formación, pudiendo estimarse éste, por defecto, en 4 metros, lo que daría 20,400 metros cúbicos de volumen; siendo su peso específico 2.$^{05}$ tenemos 41,820 toneladas de materia explotable.

Un otro depósito, situado en el mismo cordón, un poco más al norte del anterior, mide 850 metros cuadrados de superficie; el espesor conocido es solamente de 1 metro, lo que da 850 metros cúbicos ó sean 1,742 toneladas de materia explotable.

Existen aún, en varios puntos, pequeños depósitos de esta misma sustancia, ya formando especie de diques ó vetarrones, como es el que se encuentra al naciente del gran depósito de alumina, cuyo dique recorre una extensión de 14 metros con un ancho medio de 2 metros.

Las leyes de esta sustancia varían de 45.$^{3}$ á 98.$^{9}$ por ciento, pudiendo estimarse como ley media del lecho explotable 56 por ciento.

Yeso.—Esta sustancia se encuentra en muchas localidades, formando mantos y pequeños filones.

El depósito principal se encuentra al sur del cerro que contiene los depósitos principales de alumina y azufre, en el costado poniente de la quebrada, la cual recorre de norte á sur, aflorando en distintos puntos.

Tiene un espesor medio de 30 centímetros.

Reconocido en una extensión de poco más de 400 metros de largo, de norte á sur, no puede examinarse su ancho de oriente á poniente, por ir á perderse, bajo gruesas capas de terreno, que no permiten reconocerlo.

La irregularidad con que se presenta en el Toro y en los otros lugares que contienen salitre, hace que los cálculos sean muy defectuosos.

RESUMEN.—Haciendo un resumen de todo lo anterior y considerando estas sustancias comercialmente, se puede hacer la apreciación siguiente:

SALITRE.—La gran irregularidad observada en cada uno de los depósitos, su situación con relación á los caminos carreteros, su gran distancia al extremo del ferrocarril, las condiciones de vida para los operarios, un tanto difíciles de sobrellevar por la baja temperatura reinante, hacen que esta sustancia no tenga importancia alguna comercial. Se puede asegurar que, aún con una línea férrea, próxima á los depósitos de esta sustancia, toda empresa comercial daría resultados negativos, por la irregularidad de la formación, que no permite un cálculo razonado.

BORATO.—No sucede otro tanto con los depósitos de borato, los cuales si bien hoy tienen muy poco valor, debido á que los fletes de acarreo á la línea férrea son muy subidos.

Un ferrocarril que, cruzando la pampa, ya por el norte ó ya por el sur, por Codocedo ó Santa Rosa, uniendo á Copiapó con la República Arjentina, permitiría el acarreo de esta sustancia á un precio reducido, que llegaría á ser provechoso para el industrial que fuera á establecerse ahí y para la misma línea que lo explotara.

SAL.—Del mismo modo que la sustancia anterior, ésta tomaría una gran importancia, si se llegara á explotar en grande escala, con fletes reducidos. Su calidad y abundancia darían resultados muy satisfactorios.

En cuanto á los depósitos de alumina, azufre y yeso, los considero de poco valor. Su situación con respecto al nivel de la laguna, está á 600 metros verticales más arriba, lo que aumenta los gastos de explotación, porque ahí el operario no podría trabajar más de seis horas por día y en segundo lugar tendrían que soportar un flete de acarreo á la línea férrea, bastante costoso, por la clase de caminos que tendrían que recorrer.

ABELARDO PIZARRO A.,
Ingeniero de Minas.

# PUENTE SOBRE EL BÍO-BÍO

Señor Director General:

Habiendo sido comisionado por el señor Jefe de la 1.ª Sección para informar á la Dirección General de Obras Públicas sobre la solicitud en que el señor Hicks, gerente de la compañía de Arauco limitada, pide que se autorice á dicha compañía para entregar al tráfico la sección de ferrocarril de Concepción á San Pedro, tengo el honor de remitir á Ud., junto con una lámina de depurados, el presente informe sobre el estado de la línea y las pruebas que he hecho sobre el puente que da pasaje á este ferrocarril sobre el Bío-Bío.

Casi toda la sección de Concepción á San Pedro está constituída por un túnel y el puente sobre el río.

## Túnel

El túnel atraviesa roca de granito que en algunas partes tiene muchas quebraduras y en otras está descomponiéndose. En las partes expuestas al aire y á la humedad desde algún tiempo el feldespato se ha descompuesto y la roca puede romperse muy fácilmente con la mano.

Toda la parte superior del túnel se ha protegido por una bóveda de 3 á 5 medios ladrillos de espesor; las paredes verticales en la mayor parte son estribos de albañilería de piedra ó ladrillo cuyo espesor no es menor de 0.m60; en otras partes la roca que se había dejado desnuda parece tener resistencia insuficiente, y ahora se construyen estribos de albañilería; en otras partes la roca parece dura; pero según me ha dicho el señor Manby, ingeniero en jefe de la

compañía de Arauco, esta compañía tiene el propósito de revestir con albañilería también las paredes constituídas ahora por roca al parecer dura.

## Puente

Los estribos y los machones del puente sobre el «Bío-Bío» se componen de hileras de 3 pilotes de fierro fundido, con pié en forma de disco. Los estribos tienen una hilera de pilotes con un revestimiento de albañilería. Cada machón tiene dos hileras, á quince pies de distancia una de otra, á excepción del machón último hacia la ribera derecha, que tiene tres hileras; esta disposición del último machón tuvo por objeto colocar los pilotes del estribo derecho de la ribera sin aumentar el largo del último tramo.

Los pilotes de los machones son agarrados uno con otro, en el sentido longitudinal y trasversal, por medio de viguetas ⊤ ó I horizontales, y de tirantes de fierro redondo, dispuestos en forma de cruz de San Andrés, con un tendidor central.

El diámetro exterior de todos los pilotes en el proyecto aprobado era de 12 pulgadas inglesas; pero el pilote central de cada hilera teniendo que soportar más carga que los demás se ha construído con cañones de 15" de diámetro.

La altura de los pilotes es de 45 pies; sin embargo no fué posible bajar todos los pilotes, y sobre todo los pilotes centrales hasta esta profundidad.

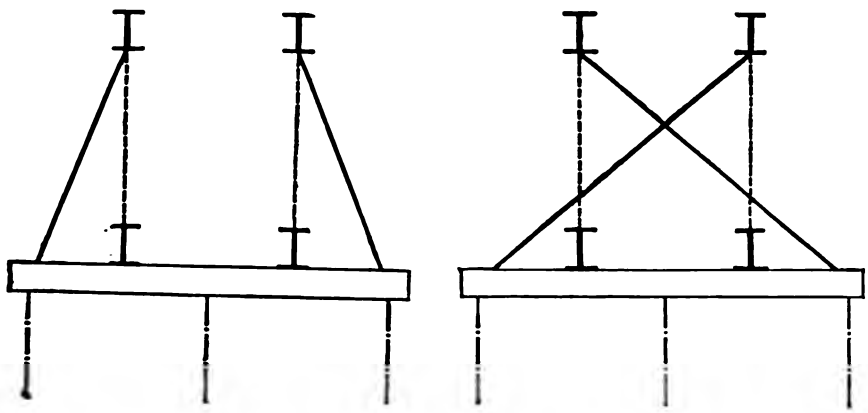
La superstructura del puente cuyo largo total es 1864,$^{m}$33 se compone de 62 tramos principales de 25 metros de largo entre los machones, y de 61 tramos intermedios, puestos entre las hileras de pilotes de los machones.

La superstructura tiene con el proyecto aprobado las diferencias siguientes:

Las tres viguetas trasversales I I I sobre las cuales descansaban las vigas maestras, frente á cada hilera de pilotes se han reemplazado por una viga más fuerte, en forma de cajón puesta directamente sobre los pilotes cuyos capiteles han sido suprimidos.

Las amarras de los tramos con las vigas trasversales, sobre los machones, tienen una disposición más racional y pueden resistir mejor al empuje del viento, como se ve en el croquis siguiente:

**Disposición proyectada** **Disposición ejecutada**



El número de los contravientos verticales, en forma de cruz de San Andrés se ha llevado de 4 á 6, en cada tramo principal según las prescripciones del Supremo Gobierno.

Los contravientos horizontales son más fuertes que en el proyecto.

Las junturas de las cabezas, cerca de las articulaciones 2.ª y 8.ª arriba y 3.ª y 7.ª abajo, han sido suprimidas, y en consecuencia los fierros de ángulo que constituyen las cabezas quedan con la misma sección en los extremos como en el centro de las vigas.

En las piezas comprimidas (cabeza superior y barras de la rejilla) las golillas que habían sido proyectadas para ensamblar sus elementos han sido reemplazadas por planchas continuas sobre todo el largo de estas piezas.

Las cabezas de los tramos intermedios que habían sido proyectadas con dos escuadras, se han construido con cuatro cada una.

## Pruebas

He hecho pruebas del puente sobre seis tramos, según las instrucciones del Señor Jefe de la 1.ª sección.

Las pruebas estáticas se hicieron sobre los tramos 7.º, 8.º, 20.º, 32.º, 46.º y 50.º, y las pruebas dinámicas sobre el tramo 32.º

La prueba estática sobre los tramos 7.º y 8.º se hizo al mismo tiempo. El tren se componía de la locomotara «Arauco» de 35 toneladas y de diez carros con cargas totales respectivas de 18.$^{t}$62, 18.$^{t}$73, 18.$^{t}$62, 18.$^{t}$71, 18.$^{t}$73, 12.$^{t}$62, 12.$^{t}$40, 12.$^{t}$96, 12.$^{t}$60 y 13.$^{t}$12. Se ha tomado esta carga aunque sea menor que la carga impuesta para los puentes destinados á los ferrocarriles del Estado, porque corresponde á la carga indicada en la memoria adjunta al proyecto que se ha presentado á la aprobación del Supremo Gobierno. Además esta carga es mayor que la que trasporta ordinariamente el material rodante de la compañía; los carros delanteros se han cargado con tres toneladas más que la carga normal, hasta producir el aplastamiento casi completo de los resortes.

El tren así compuesto fué colocado sobre los tramos 7.º y 8.º en la posición indicada en la 1.ª figura de la lámina de depurados. Las flechas se midieron en tres puntos de cada tramo: en el medio, y á 0.$^{m}$50 de cada apoyo.

El resultado de la prueba fué lo siguiente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tramo 7.º | Extremo hacia Concepción.... | 4.$^{m}$5 | flecha 8.$^{m}$75 |
| | medio tramo..... | 12.5 | |
| | extremo hacia San Pedro..... | 3.0 | |
| Tramo 8.º | hacia Concepción..... | 5.0 | flecha 12.$^{m}$5 |
| | medio tramo..... | 17.5 | |
| | hacia San Pedro..... | 5.0 | |

La flecha observada cerca de los apoyos proviene por parte de la flexión de las vigas maestras, y por otra parte de la flexión de las vigas transversales de apoyo, y de la compresión de los pilotes.

Se dejó el tren sobre el puente durante dos horas, y no hubo flecha permanente.

Para las pruebas estáticas de los otros tramos, se completó la carga de los cincos carros de atrás, hasta un peso de 18.$^{t}$60 por cada carro. El resultado de las pruebas de estos tramos fué lo siguiente:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tramo 20.º | hacia Concepción..... | 4$^{m}$ | flecha 1.[illegible] |
| | medio tramo..... | 18½ | |
| | hacia San Pedro..... | 3½ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tramo 32.º | hacia Concepción..... | 4 | flecha $12\frac{1}{2}$ |
| | medio tramo..... | 17 | |
| | hacia San Pedro..... | 5 | |
| Tramo 46.º | hacia Concepción..... | $4\frac{1}{2}$ | flecha $11\frac{3}{4}$ |
| | medio tramo..... | 16 | |
| | hacia San Pedro..... | 4 | |
| Tramo 50.º | hacia Concepción..... | 4 | flecha $11\frac{3}{4}$ |
| | medio tramo..... | $15\frac{1}{2}$ | |
| | hacia San Pedro..... | $3\frac{1}{2}$ | |

En estos últimos ensayos se dejó el tren solamente algunos minutos sobre el tramo correspondiente.

Para la prueba dinámica correspondiente á un tren de carga, se empleó el mismo tren como para los últimos ensayos estáticos, quitando los tres últimos carros, con el objeto de poder andar con bastante velocidad. En este momento se trabajaba en el túnel que está á poca distancia del puente, en la ribera derecha; el tren completo, partiendo de San Pedro no habría podido pararse antes de llegar al túnel, y partiendo de este, no habría podido conseguir la velocidad exigida en el tramo en que se hacía la prueba. Sin embargo el tren de prueba, con siete carros era bastante largo para cubrir más que el largo de un tramo al mismo tiempo.

La prueba dió este resultado, con una velocidad de $30^{kil.}86$ por hora:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 32.º tramo | hacia Concepción..... | $4^{m}$ | flecha $13\frac{1}{4}$ |
| | medio tramo..... | 17 | |
| | hacia San Pedro..... | 3.5 | |

La prueba correspondiente á un tren de pasajeros se hizo con la locomotora «Concepción» de 42 toneladas, y 8 carros de 9 toneladas cada uno.

Los coches de pasajeros de la línea del Sur tienen en promedio un largo de $13.^{m}00$ un peso muerto de 13 toneladas y 80 asientos, lo que corresponde á $80 \times 75 = 6000^{k}$, de manera que el peso de un coche por metro corrido es, valor medio: $\frac{13t \times 6t}{13} = 1^{t}46$

Los carros que sirvieron á la prueba tienen $5.^{m}41$ de largo, lo que corresponde, con una carga total de 9 toneladas, á $\frac{9^{t}}{5.41}=1.^{t}67$ por metro corrido, ó sea un poco más que los coches para pasajeros.

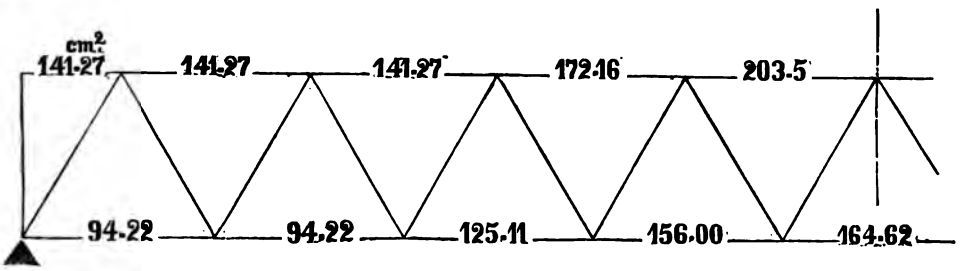
El tren anduvo con una velocidad de 49 kilómetros por hora, y produjo las deformaciones siguientes:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tramo 32.º | hacia Concepción..... | $3.^{m}25$ | flecha $11^{m}$ |
| | medio tramo..... | 14.0 | |
| | hacia San Pedro..... | 2.75 | |

Los depurados juntos con el presente informe indican las flechas teóricas que habrían tenido que producirse en las pruebas mencionadas más arriba.

Para construír estos depurados he tomado como módulos de elasticidad, $E=2000$ kilogramos por milímetro cuadrado de sección á la extensión, y $E'=16000$ á la compresión.

Las secciones reales de las cabezas, descontando los agujeros para los remaches, son indicadas en el croquis siguiente:




De manera que los momentos de inercia $I$ correspondientes á cada sección, multiplicados por el valor de $E$ ó $E'$ serán:

| | | |
|---|---|---|
| Secciones de la cabeza superior | $141.^{cm^2}27$; | $E'I=28151^{tm^2}$ |
| | 172. 16 | 34307 |
| | 203. 05 | 40463 |
| Secciones de la cabeza inferior | 94.22 | $EI=23469$ |
| | 125.11 | 31164 |
| | 148.85 | 37077 |
| | 164.62 | 41006 |

Para no complicar demasiado el dibujo se han dividido las vigas en 9 partes correspondientes á las articulaciones de abajo, y se ha supuesto que el momento de inercia era constante en cada parte. Así se construyó la tabla siguiente para ambas vigas

| | | |
|---|---|---|
| 1.ª y 9.ª parte: | $E\,I = 2 \times (28151 + 23469) =$ | $103240^{tm^2}$ |
| 2.ª y 8.ª » | $2 \times (28151 + 23469) =$ | $103240$ |
| 3.ª y 7.ª » | $2 \times (34307 + 31164) =$ | $130942$ |
| 4.ª y 6.ª » | $2 \times (40463 + 37077) =$ | $155080$ |
| 5.ª » | $2 \times (40463 + 41006) =$ | $162938$ |

La hoja primera de depurados indica con línea de rayas cortadas gruesas el polígono de los momentos de flexión correspondientes á la carga estática de prueba de los tramos 7.º y 8.º; con línea continua gruesa se indica la curva de las deformaciones de las vigas.

Esta curva, como se sabe, corresponde al polígono de los momentos de flexión producidos sobre una pieza del mismo largo como el tramo, por una carga ficticia representada por la área limitada por la curva de los momentos de flexión. En el depurado las distancias polares $EI$ son de la misma clase que las cargas ficticias, es decir de la forma de $P\,d^2$ siendo $P$ un peso y $d$ una distancia.

Si se toma una misma escala para las cargas y las distancias polares, las flechas estarán en la misma escala que las distancias ó sea $\frac{1}{100}$ pero no se podría medir tales dimensiones en el dibujo; por esta razón se ha tomado para las distancias polares $EI$ una escala 400 veces más chica que para las cargas, de manera que las flechas salgan en el dibujo $\frac{400}{100} = 4$ veces más grandes que en realidad.

Las flechas medidas en la prueba del 7.º y del 8.º tramo fueron respectivamente $8.^{m}75$ y $12.^{m}5$; las flechas correspondientes á los mismos puntos en el depurado son $10.^{m}6$ y $15.^{m}2$. Esta diferencia puede explicarse por el hecho que en el depurado no se ha tomado en cuenta que las secciones de las cabezas no cambian realmente en las articulaciones, sino más cerca del apoyo vecino; tampoco se ha tomado en cuenta el aumento de rigidez producida en la cabeza superior por el riel y la solera de madera; y en fin hay que notar que en uno de los apoyos la viga no está puesta libremente, sino fijada por pernos

al apoyo, lo que asimila por parte el tramo á una viga empotrada por un extremo.

En la segunda hoja de depurados se ha construído el lugar de los momentos de flexión producidos por el tren de carga, y después se ha indicado las posiciones del tren correspondientes á los ensayos que se hicieron en los tramos 20.º, 32.º, 46.º y 50.º. Se ha buscado también la posición del tren que produce el momento máximo en un tramo. Resulta del depurado que estos momentos no difieren mucho entre sí, como tampoco del momento máximo producido por el tren de prueba en el tramo 8.º, y por esta razón no se ha hecho el depurado de las deformaciones.

La tercera hoja corresponde á la prueba con tren de pasajeros, en la posición más desfavorable del tren. La diferencia teórica entre las deformaciones producidas en el medio tramo, y en los puntos distantes de $0.^{m}50$ de los apoyos es $13.^{m}4$; la flecha real fué $11.^{m}$

Cuando fuí á inspeccionar el puente, había operarios que estaban poniendo las veredas, las barandas y los balcones de refugio; cambiaban también los durmientes defectuosos. Todavía no se habían puesto los guarda-rieles.

Por medio de la sección de Concepción á San Pedro, las ciudades de Coronel y Lota podrán comunicarse con la ciudad de Concepción y con el ferrocarril del Estado, mientras que ahora se necesita largo tiempo (á veces una hora) para pasar el río en bote. Por esta razón y tomando en cuenta que no habrá peligro en explotar la línea cuando los trabajos de revestimiento del túnel en las partes más débiles estén concluídos, y los guarda-rieles puestos, me parece, señor Director general, que se puede autorizar á la Compañía de Arauco entregue al tráfico la sección de Concepción á San Pedro, bajo las condiciones siguientes:

Antes de entregar la línea á la circulación de los trenes, la Compañía deberá:

1.º Concluír las veredas y las barandas del puente y poner guarda-rieles.

2.º Concluír los trabajos de revestimiento que se han principiado en los estribos del túnel.

3.º Dentro de un plazo de seis semanas, revestir con albañilería

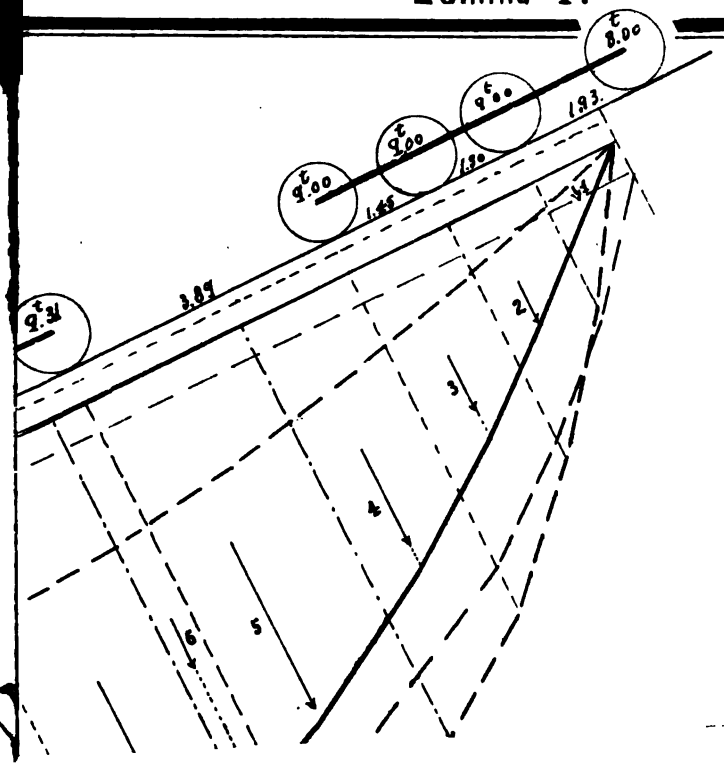
de piedra de 0.m60 de espesor mínimo las demás partes del túnel, trabajando de noche para que no se interrumpa la circulación de los trenes y que se eviten desgracias.

Soy de Ud. su at.º y S. S. S.

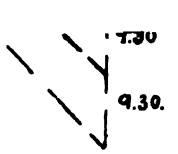
DUTILLIEUX.

Santiago, 18 de Enero de 1890.

Lamina 1.




TURA



E.—OBRA DE MANO

| | | |
|---|---|---|
| Por preparar la madera y armar 8 metros de puente á $ 30 el metro corrido... | 240 00 | |
| Por poner dos manos alquitrán..... | 3 00 | 243 00 |

F.—TRASPORTES

| | | |
|---|---|---|
| Por trasportar 470 kilogramos de madera y fierro desde Pelequén al lado de la obra, á 25 cts. el quintal..... | 117 50 | |
| Por trasporte de operarios..... | 10 00 | 127 50 |

G.—VARIOS

| | | |
|---|---|---|
| Por sueldo de dos meses de un conductor á razón de $ 100 mes..... | 200 00 | 200 00 |

H.—IMPREVISTOS

| | | |
|---|---|---|
| Por el 10 % para imprevistos, herramientas, etc..... | 212 61 | 212 61 |
| Costo total..... | | $ 2,338 89 |

El valor total asciende á *dos mil trescientos treinta y ocho pesos ochenta y nueve centavos* ($ 2,338.89).

Santiago, 27 de Setiembre de 1889.

VALERIANO GUZMÁN.

# PUENTE SOBRE EL RIO HUASCO EN VALLENAR

(FRENTE Á LA CALLE DE SARJENTO ALDEA)

El puente en proyecto sobre el río Huasco, se encuentra en la prolongación de la calle Sarjento Aldea, salida de la ciudad de Vallenar hacia el puerto de Huasco.

Las fundaciones de este puente, las hemos proyectado de pilotes de doble riel, por cuanto existe en la localidad la mayor parte de este material; por la economía y por la naturaleza de fondo que permite clavar los pilotes hasta 5 metros de profundad, hondura al abrigo de toda socavación.

Tomando en consideración la naturaleza y forma del cauce y la mayor altura que alcanzaron las aguas en la última crece, hemos dado al puente la longitud de 40 metros, con 4 tramos de 10 metros cada uno, y una altura de 1 metro sobre el nivel de las aguas en la crece aludida. El ancho dado á la vía es de $3.^{m}50$, consultando además dos andenes de $1.^{m}25$ cada uno, en atención á que es un puente situado en población.

Las 4 vigas que sostienen el tablero, son armadas de tirantes y pendolones, la parte de madera es de pino. Cada tirante lo constituyen tres cables de acero de 1" de diámetro cada uno y los pendolones de fierro batido.

La tensión de los cables se produce en los pendolones, por medio de tuercas colocadas en la parte superior de estos, imprimiéndoles un movimiento vertical que da por resultado la tensión que se quiera dar al cable.

Los cables están calculados para que trabajen con una carga máxima á razón de 10 kilogramos por milímetro cuadrado. La viga de

madera trabaja á la compresión, á razón de 25,66 kilogramos po centímetro cuadrado, próximamente.

Todas las maderas de este puente, excepto las de las vigas arma das, que son de pino, son de roble pellín.

El tablero está formado por viguetas transversales de $0.^{m}20 \times 0^{m}1$ colocados á distancia de 1 metro de centro á centro y unidas á las vi gas armadas por clavicotes de $\frac{5}{8}$". Sobre estas vigas va un primer en tablado longitudinal de 3" de grueso y un segundo transversal de 2" El entablado de los andenes, que alcanza sobre los guarda-ruedas una pieza longitudinal exterior, es de 2" de grueso.

La baranda del puente es toda de fierro redondo. Los montante de $1\frac{1}{4}$" de diámetro, atraviesan las viguetas transversales ó piezas d puente y llevan su rosca y tuerca que los aseguran á estos. El pa samano es de 1" de diámetro. Hay además una varilla á media al tura, de $\frac{1}{2}$" de diámetro. Cada tres montantes, va colocada una pie za de fierro cuadrado de 1" de sección, tomada de estos por medi de un remache y el otro extremo asegurado á la vigueta por un cla vo ó tornillo.

Los materiales que se van á emplear en esta construcción son lo siguientes:

## Especificaciones

### MADERAS PARA EL PUENTE

| | | |
|---|---|---|
| 2 | Cabezales de roble pellín de..... | $8.^{m}50 \times 0.^{m}30 \times 0.$ 3 |
| 3 | Id. id. id. id..... | $7.^{m}00 \times 0.^{m}30 \times 0.$ 3 |
| 6 | Amarras horizontales de cepas de roble pellín..... | $7.^{m}00 \times 0.^{m}25 \times 0.12$ |
| 4 | Id. id. id. id..... | $8.^{m}00 \times 0.^{m}25 \times 0.12$ |
| 40 | Viguetas transversales..... | $7.^{m}75 \times 0.^{m}20 \times 0.$ 1 |
| 80 | Id. exteriores de andenes..... | $0.24 \times 0.$ 1 |
| 80 | Id. para guarda-ruedas..... | $0.20 \times 0.$ 1 |
| | Entablado inferior de..... | $40.^{m} \times 3.^{m}8 \times 0.07$ |
| | Id. superior, incluyendo andenes.... | $40.^{m} \times 6.^{m}0 \times 0.$ 0 |
| 16 | Vigas longitudinales de pino de..... | $10.^{m}40 \times 0.^{m}30 \times 0.$ 10 |

[illegible] longitudinales de pino de . . . . 10.m40 × 0.m30 × 0.m10

PARA LOS ESTRIBOS:

| | | |
|---|---|---|
| 104 | m.³ de tablones de roble de..... | 0.m075 grueso. |
| 4 | Viguetas de doble de..... | 5.m 50 × 0.m20 × 0. 10 |
| 2 | Piezas (para topes) de..... | 7.m × 0.m15 × 0.m15 |

FIERROS

| | | |
|---|---|---|
| 22 | Pilotes de doble riel de 7.m30 de largo | 7.m30 largo. |
| 20 | Rieles punteados..... | 7.m30 id. |
| 22 | Casquetes de fundición..... | |
| 20 | Pernos para amarras horizontales de.. | 12" × 1" |
| 36 | Id. id. crucetas sencillas en pilotes. | 8" × 1" |
| 12 | Id. id. id. entre sí..... | 12" × 1" |
| 88 | Id. id. id. sombreros á cabezales de | 13" × ¾" |
| 20 | Id. id. id. vigas longuerinas á cabezales..... | 24" × ¾" |
| 40 | Id. id. id. guarda ruedas de..... | 11" × ¾" |
| 40 | Id. id. id. pieza exterior para pisos peatones..... | 20" × ½" |
| 160 | Id. id. id. planchas tirantes vigas longuerinas..... | 0.m31 × 1" |
| 32 | Pendolones (con su tuerca) de..... | 1¼" × 0.m70 |
| 32 | Cojinetes de fundición, según figura... | |
| 500 | Metros cables redondos acero de 1" diámetro (tirantes)..... | 1" diámetro. |
| 62 | Id. fierro redondo lleno para montantes de la baranda con su tuerca..... | 1¼" |
| 80m | Fierro redondo de..... | 1" |
| 80m | Id. id. para baranda..... | ½" |
| 84 | Barillas fierro para clavicotes de..... | ⅝" |
| 30 | Fierro redondo para asegurar pies de gallo á los montantes de..... | ⅜" |

Planchas de fierro de 0.m15 × 0.m014, con

| | |
|---|---|
| un peso total de 262 kgs. para tomar tirantes..... | $0.^{m}15 \times 0.^{m}014$ |
| 32 guarda cabos..... | |
| 4 Quintales clavos..... | 6" |
| 3 Id. id..... | 5" |
| 2 Piezas para topes de..... | $7.^{m} \times 0.^{m}15 \times 0.^{m}15$ |

## Presupuesto

### A.—MADERAS

| | | |
|---|---|---|
| Por $55^{m3}$ de madera roble pellín á $ 20 el metro cúbico..... | $ 1100 00 | 1460 00 |
| Por 4500 pies pino oregón á 8 cts. el pie | 360 | |

### B.—FERRETERÍA

| | | |
|---|---|---|
| Por 20 rieles punteados para las alas á $ 15 cada uno..... | 300 00 | |
| Por 22 casquetes á $ 7 cada uno..... | 154 00 | |
| Por 703 kgs. fierro elaborado para pernos y pendolones, á 22 cts. el kilg.... | 154 66 | |
| Por 416 golillas de 2" × 2" × $\frac{1}{4}$..... | 11 00 | |
| Por 32 " de fundición con 85 kilg. de peso á 25 cts. el kilg..... | 21 25 | |
| Por 1281 kgs. fierros redondos, cuadrados, á 9 cts. el kilg..... | 115 29 | |
| Por 32 cabilleros á $ 1 cada uno..... | 32 00 | |
| Por 7 kls. clavos de 6" y de 5" á $ 10 kl... | 70 00 | |
| Por 82 ⊤ huecas para la baranda, á 60 cts. cada una..... | 49 20 | |
| Por $\frac{1}{2}$ kl. alambre para embarrilar puntas de cable..... | 4 00 | |
| Por 500 metros cables de acero de 1" á $ 1 el metro..... | 500 00 | 1411 40 |

C.—PINTURA

| | | |
|---|---|---|
| Por 50 galones alquitrán para darle dos manos á la madera, á 30 cts. el galón..... | 15 00 | |
| Por pintura de aceite para los fierros..... | 5 00 | 20 00 |

D.—OBRA DE MANO

| | | |
|---|---|---|
| Por clavar 22 pilotes á $ 10 cada uno..... | 220 00 | |
| Por clavar 20 rieles punteados á $ 5 cada uno..... | 100 00 | |
| Por preparar maderas y armar el puente, 40 metros, incluyendo amarras de cepas, y formación de estribos á $ 45 el metro..... | 1800 00 | |
| Por 2500 $^{ms3}$ de terraplenes de caminos de acceso á cts. 40 el metro cúbico... | 1000 00 | 3120 00 |

E.—TRASPORTES

| | | |
|---|---|---|
| Por trasportes de materiales al lugar de su empleo (menos trasporte vapor). | 1200 00 | |
| Por flete de herramientas, obreros, etc.... | 100 | 1300 00 |

F.—ADMINISTRACIÓN

| | | |
|---|---|---|
| Por un conductor auxiliar durante 90 días. | 300 00 | 300 00 |

G.—IMPREVISTOS

| | | |
|---|---|---|
| Por imprevistos..... | 700 00 | 700 |
| Costo total..... | | $ 8311 40 |

Según se ve el presupuesto de la obra asciende á ocho mil trescientos once pesos, cuarenta centavos ($ 8311.40).

Santiago, 14 de junio de 1889.

VALERIANO GUZMÁN.

# PUENTE DE LAS VISCACHAS

## SOBRE EL RIO ACONCAGUA

EN EL CAMINO DE LOS ANDES Á MENDOZA

| | | |
|---|---|---|
| DATOS... | Longitud..... | 20.$^{m}$00 |
| | Ancho..... | 5.$^{m}$00 |
| | Altura..... | 10.$^{m}$00 |
| | Precio por metro lineal... | $ 167.50 |
| | Valor total..... | » 3350.00 |

*Introducción.*—El puente que se proyecta sobre el río Aconcagua está situado como á tres leguas al oriente de la ciudad de los Andes y 70 metros más ó menos del puente viejo.

Se ha elegido esta nueva ubicación por las ventajas que presentan los caminos de acceso, quedando así justificado el mayor largo que tendrá el puente proyectado sobre el actual (8 metros). Los accesos actuales son peligrosos, y para dejarlos en buenas condiciones, sería necesario gastar gruesas sumas.

Las dos barrancas son de roca dura, por lo que sólo se proyectan dos pequeños estribos de albañilería de cal y piedra, indispensable uno para sostener un terraplén, y el otro que lo compondrían dos hiladas de piedras, sirve para igualar el terreno en que debe colocarse una solera de madera de roble.

*Descripción general.*—El puente tiene cinco metros de ancho y 20 metros de largo. Lo constituyen tres vigas armadas de tirantes y pendolones: la viga propiamente es de madera de pino, los pendolones de roble y los tirantes de fierro en planchas. Sobre las vigas

se colocan de metro en metro piezas transversales, y encima un primer entablado longitudinal y un segundo transversal entre dos guarda ruedas. Una baranda compuesta de pies derechos, un pasamano y dos fajas horizontales, todo de madera de roble, viene en definitiva á constituír todo el puente.

*Cálculos.*—Como hemos dicho, el puente está formado de tres vigas armadas. Suponemos para el cálculo una carga de 400 kilogramos por metro cuadrado, lo que da para la viga central 1,350 kilogramos por metro corrido y 1,000 kilogramos para cada viga exterior comprendido el peso muerto.

Consideremos las vigas propiamente tales, como de 4 tramos continuos poniéndonos en el caso más desfavorable que es 1.º y 2.º tramo cargado, nos resulta como momento máximo para la viga del medio 3,974 y 2,812 para la exterior. Para una carga rodante de 11 toneladas los momentos máximos de flexión serán 8,600 para la 1.ª y 5,220 para la 2.ª. Estos últimos valores son los que hemos tomado. Si damos á las vigas exteriores 40 × 30 y 30 × 50 á la interior, trabajará la madera á razón de 65 kilogramos, próximamente, por centímetro cuadrado.

*Las viguetas* están apoyadas en las tres vigas armadas que distan de 2.$^{m}$00 de centro á centro. Para cálculo de aquellas se ha supuesto una carga de $5\frac{1}{2}$ toneladas colocadas en el medio de dos vigas, y como si la vigueta estuviera simplemente apoyada en dos puntos que distan 1.$^{m}$60. En estas condiciones el trabajo máximo sería de 60 kilogramos por centímetro cuadrado, pues la pieza es de 20 × 15.

*Los tirantes* están calculados para que trabajen á lo más 6 kilogramos por milímetro cuadrado, como se comprueba en el depurado respectivo.

## Especificaciones

MADERAS

| | | |
|---|---|---|
| 39 | Tablones de pino de..... | 10 × 30 × 7.$^{m}$00 |
| 13 | Viguetas transversales..... | 20 × 15 × 7.$^{m}$00 |
| 8 | Id. id..... | 20 × 15 × 5.$^{m}$80 |
| 40 | Pies derechos para baranda..... | 10 × 15 × 1.$^{m}$50 |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Piés derechos..... | 20 × 20 × 2.$^{m}$00 |
| 8 | Piezas para pasamano..... | 20 × 15 × 5.$^{m}$60 |
| 54 | Pies de gallo para baranda..... | 5 × 15 × 1.$^{m}$70 |
| 10 | Piezas para guarda rueda..... | 20 × 20 × 5.$^{m}$20 |
| 2 | Cabezales..... | 30 × 30 × 6.$^{m}$00 |
| 60 | Tablones para entablado inferior..... | 30 × 10 × 6.$^{m}$00 |
| 56 | Id. id. superior..... | 30 × 5 × 5.$^{m}$00 |
| 3 | Piezas para pendolones..... | 20 × 20 × 7.$^{m}$00 |
| 17 | Id. id. fajas de baranda..... | 10 × 5 × 5.$^{m}$20 |

FIERROS

| | | |
|---|---|---|
| 63 | Pernos para unir viguetas de..... | 1" × 24" |
| 12 | Pernos para id. con cabezales de... | 1" × 28" |
| 44 | Id. id. armar vigas..... | 1" × 16" |
| 10 | Id. id. unir tirantes y vigas..... | 1" × 13" |
| 30 | Id. id. guarda ruedas..... | $\frac{6}{8}$" × 12" |
| 4 | Pares de tirantes..... | 0.12 × 0.02 × 5.$^{m}$ |
| 4 | Id. Id..... | 0.06 × 0.015 × 5.$^{m}$ |
| 4 | Id. id..... | 0.10 × 0.015 × 5.$^{m}$ |
| 2 | Id. id..... | 1.125 × 0.025 × 5.$^{m}$ |
| 2 | Id. id..... | 0.105 × 0.002 × 5.$^{m}$ |
| 2 | Id. id..... | 0.075 × 0.015 × 5.$^{m}$4 |
| 9 | Articulaciones de fundición, según modelo..... | |
| 6 | Piezas fundición para cabezas de vigas. | |
| $2\frac{1}{2}$ | Quintal de clavos, $1\frac{1}{2}$ quintal de 7" y 1 de 4.) | |

## Presupuesto

MADERAS

| | | |
|---|---|---|
| Por 27.647$^{m3}$ de madera de roble para el puente, á $ 18..... | $ 497 64 | |
| Por 2.500$^{m3}$ para andamios etc. á 18 pesos.. | 45 00 | |
| Por 3,626 pies de madera de pino á 9 cts... | 326 34 | 868 9 |

a
Escala 0.06 1 metro

FIERROS

| | | |
|---|---|---|
| Por 3,300 klgs. de fierro elaborado á 22 cts. | 726 00 | |
| Por 2½ quintal clavos..... | 25 00 | 726 00 |

ALBAÑILERÍA

| | |
|---|---|
| Por 18.50m³ de albañilería de cal y piedra á $ 15 | 277 50 |

ALQUITRÁN

| | |
|---|---|
| Por 60 galones de alquitrán de piedra á 30 cts. | 18 00 |

TRASPORTE

| | |
|---|---|
| Por trasporte de 863 quintales españoles, desde los Andes al puente á 20 cts. | 172 60 |
| Id. de obreros..... | 25 00 |

MANO DE OBRA

| | |
|---|---|
| Por preparar maderas, armar y pintar 20 metros de puente á $ 40 metro... | 800 00 |

VARIOS

| | |
|---|---|
| Por una casucha para obreros..... | 130 00 |

TERRAPLENES

| | |
|---|---|
| 15.m de terraplén á 30 cts..... | 4 50 |
| Imprevistos..... | 302 42 |
| Suma total..... | $ 3350 00 |

Asciende el presupuesto que precede á tres mil trescientos cincuenta pesos.

Santiago, Noviembre de 1889.

JUAN AGUSTÍN CABRERA G.

V.º B.º *Valeriano Guzmán.*

# PRECIOS CORRIENTES

## SAN JAVIER

PROVINCIA DE LINARES

Cal y ladrillo; cada metro cúbico, en muros lisos, pilastrones y salientes de cornizas ($ 11, $ 12, $ 18), promedio. $ 13.66

Tabiques (pies derechos y diagonales de roble de m. 0.10 × m. 0.15, solera inferior de roble de m. 0.10 × 0.2, solera superior de pino Oregón de m. 0.10 × 15; relleno con adobillo; los pies derechos á m. 0.61 de cara á cara); cada metro cuadrado..... $ 3.00

Pavimento de concreto de cimento de Portland de m. 0.10 espesor afinado con un cimento puro; cada metro cuadrado..... $ 4.50

Asfalto de m. 0.03 de espesor; cada metro cuadrado..... $ 3.50

Empredrado; cada metro cuadrado, sin contar el terraplén. $ 2.00

Gradas de piedra; cada metro lineal..... $ 6.25

Fierro forjado para la albañilería; cada kilogramo..... $ 0.25

Fierro forjado, amarras, escuadras y pernos, para la carpintería; cada kilogramo..... $ 0.50

Estuco de m. 0.015 de espesor afinado con cimento de Portland; cada metro cuadrado..... $ 6.00

Enlucido de mezcla; cada metro cuadrado..... $ 1.50

Pintura al óleo lisa (blanco de zinc, tres manos, una de aparejo, y empleo de mástico ó *masilla);* cada metro cuadrado..... $ 0.80

## SERENA

Excavaciones para cimientos; cada metro cúbico..... $ 0.40
Fundaciones de cal y piedra; cada metro cúbico..... $ 8.50
Cal y ladrillo, muro liso; cada metro cúbico..... $ 13.50
Enmaderaciones de pino del Oregón, incluídas las amarras de hierro; cada metro cúbico..... $ 82.50
Pintura al óleo lisa (blanco de zinc, tres manos, una de aparejo, y empleo de mástico ó *masilla);* cada metro cuadrado..... $ 1.00

## RANCAGUA

Fundaciones de cal y piedra; cada metro cúbico..... $ 8.00
Cal y ladrillo (muros con pilastras y cornizas corridas); cada metro cúbico..... $ 13.00
Gradas de piedras; cada metro lineal..... $ 4.00
Basas de piedra lisas, de m. 0.25 × 0.25 para pilares de m. 0.2 × 0.2; cada una..... $ 3.00
Pavimento de empedrado (piedra «almendra»); cada metro cuadrado, sin comprender la preparación del suelo..... $ 0.25
Entablados de cielos rasos (álamo de m. 0.017); cada metro cuadrado..... $ 1.40
Pintura al óleo de muros (emboquillado y limpiadura de los muros; una mano de aceite y tres de pintura rojiza, con las junturas blancas, colores de primera clase); cada metro cuadrado..... $ 1.00
Asfalto de m. 0.03; cada metro cuadrado..... $ 1.50

Santiago, Febrero 12 de 1890.

CARLOS DONOSO GRILLE.

# MEMORIA

## que el Director Jeneral de Obras Públicas presenta al señor Ministro de Industria y Obras Públicas.

La Dirección de Obras Públicas, encargada por la lei de la preparación de los elementos técnicos que deben servir para la ejecución de las construcciones nacionales y de la vigilancia inmediata de esta ejecucion, ha tenido que completar el personal deficiente que le asignó la ley orgánica de su creación, procediendo en la forma que establece el art.º 4.º de la misma. Gracias á ese expediente se ha podido contratar como empleados supernumerarios todos los ingenieros, arquitectos, dibujantes, inspectores, contadores, etc., necesarios para atender debidamente las numerosas obras públicas en via de ejecución y de estudio, y ha sido posible imprimir una marcha regular y metódica á las operaciones de la Dirección.

En los primeros tiempos, debiendo atender á la vez al estudio de considerable número de proyectos, á la vigilancia de muchas obras en ejecución y á la propia organización de la oficina, no era posible perfeccionar suficientemente aquellos proyectos, ni expedirse con la rapidez y seguridad que hubiera sido de desear, por la escasez de personal. Pero en la actualidad se ha subsanado ya muchos inconvenientes y dificultades; los proyectos salen mas completos de manos de las secciones, las tramitaciones se simplifican, los medios de información se perfeccionan y la Dirección va haciéndose cada día más capaz de cumplir en toda su amplitud la importantísima misión que le ha confiado la ley.

Se propenderia con eficacia á remediar las diferencias é irregularidades que aun se hacen sentir, dictando el reglamento á que debe ajustar sus procedimientos la oficina y reformando la ley orgánica de la Dirección en el sentido que exige la esperiencia.

**Reforma de la ley que organizó la Dirección**

1) Gran parte del personal de la Dirección destinado á prestar servicios permanentes y que debe ser, por consiguiente, estable, tiene actualmente el caracter de empleados contratados como supernumerarios. En este caso se encuentran los sub-gefes de sección, los inspectores generales, los empleados de la Contaduría y muchos dibujantes, escribientes y porteros.

Estos empleados deben figurar en la planta legal permanente de la oficina.

2) El extenso ramo de puentes y caminos debe constituir una sección separada en lugar de dos sub-secciones de la Hidráulica.

3) Á la Contaduría debe dársele toda la importancia que le corresponde para conseguir una contabilidad general y de detalles completos y principalmente una fiscalización eficaz y espedita. De esta sección debe depender el almacen de depósito de materiales.

4) Será necesario dotar a la Sección de Minas i de Jeografía de un personal suficiente para atender su importante misión, que debe encaminarse principalmente á levantar la carta topográfica, jeográfica, jeológica y catastral de la República.

5) De la misma sección deberá depender el cuerpo de ingenieros de minas, que será necesario organizar para llenar las prescripciones del Código de Minería i atender á ese importante ramo de la actividad nacional.

6) Conviene establecer una junta revisora permanente que estudie los ante-proyectos y los proyectos de las obras públicas, para que esa revisión se haga con tranquilidad y método bajo los puntos de vista técnicos y económicos.

Esa junta debería formarse de cuatro notabilidades profesionales que podrian servir de inspectores generales de Obras Públicas.

7) Podria suprimirse todo lo relativo a copias de planos, (artículos

10 y 11 de la ley) por haber resultado inconducente y por ser innecesario si se organiza convenientemente la sección de Minas i Jeografía.

8) Completar la sección de Arquitectura, estableciendo por la ley los arquitectos de provincia encargados de vigilar directamente la construcción de todos los edificios públicos, i la conservación de los mismos. Cada arquitecto tendria un auxiliar dibujante.

En Santiago i Valparaiso se organizarían inspecciones de edificios públicos con el personal necesario.

9) Los sueldos de los empleados de la Dirección se encuentran actualmente consultados con mucha irregularidad. Hai muchos ingenieros contratados que ganan mayor sueldo que el asignado a los jefes de sección. Estos últimos tienen sueldos que no se encuentran en armonía con la importancia, responsabilidad y labor del puesto. Los sueldos deberían ponerse en relación con la gerarquía de los empleos.

### Condiciones generales

Las que deben observarse en las construcciones públicas para su ejecución, deben señalarse por medio de decretos supremos. De esa manera no habrá necesidad de repetirlas en cada contrato especial, quedando establecido que todo contratista ó director de obras se encuentra obligado á cumplirlas.

En cuanto á la contratación, conviene sugetarla á reglas fijas é invariables que podrían ser en general las siguientes:

1) Deberán hacerse por la Dirección todos los estudios del caso y traducirlos en planos completos con todos los detalles de ejecución necesarios, presupuestos prolijos y especificaciones especiales de cada obra, antes de procederse á su ejecución ó contratación.

2) Cada obra pública deberá contratarse previa licitación pública, y únicamente en caso de no presentarse proponentes ó de ser inaceptables las propuestas, podrá decretarse su ejecución directa por la Dirección. En este caso la adquisición de materiales, siempre que sea posible, se hará pidiendo propuestas cerradas.

3) Las propuestas para construcción de obras ó provisión de ma-

teriales, para ser abiertas y consideradas deberán ser acompañadas de un depósito mínimun en dinero ó bonos hecho en arcas fiscales por el 1% del valor de la propuesta.

Los contratos para ejecución de obras ó provisión de materiales serán garantidos con depósito de dinero ó bonos por el 10% del valor de la adjudicación, ó con fianza solidaria bien garantida de 15 por ciento.

Se estipulará en todo caso una multa por cada día de atraso sobre el plazo estipulado igual á ¼ por mil del valor de la propuesta y podrá concederse otro tanto de premio por cada día de anticipo.

4) Las propuestas se harán en formularios impresos, en los cuales los interesados anotarán únicamente los precios ó cantidades por las cuales ofrecen hacer las obras y los plazos. Las propuestas que contengan salvedades ó agregaciones no serán consideradas.

5) Serán motivos de preferencia en las propuestas:

1.º El menor precio.

2.º En igualdad de precio el menor plazo. Si el precio y plazo difieren, se computará cada día en ¼ por mil del valor de la propuesta que exceda del menor plazo y la comparación se reducirá así á precios.

3.º En igualdad de precio y plazo, se atenderá á la competencia profesional de los proponentes, dando preferencia á los que hayan cumplido satisfactoriamente otros contratos con el fisco.

6) Las propuestas que difieran en 12% por exceso ó por defecto del presupuesto de la Dirección, serán rechazadas ó eliminadas.

7) Los presupuestos, planos y especificaciones especiales deberán detallar todas las obras por ejecutar. Las que no estén expresadas no serán de cuenta de los contratistas y serán consideradas como obras en más, cuyo valor se fijará con arreglo á la serie de precios del presupuesto aumentados ó disminuídos con relación al valor de la adjudicación. Si no hubiere precios correspondientes, se fijará de común acuerdo ó se hará por administración.

## Ley de Caminos

Este servicio se resiente seriamente de su organización y de la

escasez de fondos con que se le atiende. Es, sin embargo, indudable que después de la hijiene pública no hai otro mas importante que la viabilidad, que puede ser colocada en primera fila entre los elementos que impulsan con eficacia el desarrollo de la riqueza nacional. Como complemento indispensable de los ferrocarriles, deben mantenerse en perfecto estado los caminos que conducen a las estaciones, y como protección eficáz a la industria y al comercio ,todos los que ligan entre sí los diversos centros de población o con puertos o estacionesde ferrocarriles. Un buen camino bien conservado durante todo el año, permite regularizar los trasportes y repartir con cierta uniformidad el acarreo por los ferrocarriles, condición mui conveniente para su ordenada esplotación. Un buen camino es en sí mismo una fuente de riqueza, abaratando los trasportes y permitiendo estender el radio de consumo. La economía se produce por la disminución del tiempo del trasporte y por la reducción en gastos de vehículos y animales, porque permite el empleo de elementos mas perfeccionados que los pesados vehículos en uso. Todo lo que se invierta bien en caminos será recuperado, al ciento por uno, en incremento de la riqueza nacional.

Ha llegado ya el momento de reorganizar este servicio de manera de mejorar la condición de los caminos y de establecer su conservación permanente en sustitución del sistema actual, anti-económico, de efectos intermitentes y de práctica rutinaria.

Debiendo dejarse campo de acción á la iniciativa individual y á la de las Municipalidades, es conveniente limitar el mejoramiento y conservación de los caminos públicos á los que pueden llamarse nacionales, dejando los vecinales al cuidado de los inmediata y directamente interesados en ellos. Serían caminos nacionales los que ligan entre sí centros de población de 500 ó más habitantes y con puertos ó con estaciones de ferrocarriles. Todos los demás serían vecinales.

Concretada así la acción del Gobierno, sería posible mejorar considerablemente la condición de los caminos nacionales, perfeccionando su trazado, calzándolos donde fuera necesario, dándoles el ancho que prescribe la ley y resguardándolos con doble foso á cada

lado. Se construirían todos los puentes necesarios y se establecería lo que ahora falta en absoluto, la conservación permanente para mantener los caminos en perfecto estado de Enero á Enero.

Los caminos nacionales abrazarian una extensión aproximativa de 12,000 kilómetros. Sería preciso establecer camineros que atenderían 3, 6, 8, 9 kilómetros cada uno, según los casos, ó sea un número de 2,000 entre cabos y camineros.

Además se organizaría un servicio de carretones ripieros para repartir incesantemente el material indispensable para las reparaciones; los cabos cuidarian también una pequeña sección del camino á su cargo y vigilarían cuadrillas de 4, 6 ú 8 camineros. Se necesitaria además un inspector en cada departamento y un ingeniero en cada provincia. Todo ese personal impondria un gasto de $ 900,000, como sigue:

$ 584,000 en camineros, $ 76,000 sobresueldo á 400 cabos y $ 240,000 en carretoneros para trasportar el ripio. En materiales, herramientas, casas y terrenos se invertirian $ 200,000 los dos primeros años y $ 100,000 los siguientes.

El personal dependeria, como es natural, de la Dirección de Obras Públicas y por conducto de ésta se haria la inversión del dinero.

En cuanto á las reparaciones radicales, podrian hacerse por contratos especiales, invirtiendo en ellas las cantidades que acordara anualmente el Congreso y se daria preferencia en orden sucesivo á los caminos que sirven poblaciones de mayor importancia.

Para construccion de nuevos puentes y reparaciones radicales de caminos se deberia destinar anualmente $ 1,000,000.

Procediendo en esa forma, se dotaria al pais en quince ó veinte años de buenos caminos publicos y se les conservaria en perfecto estado.

### Contaduría de la Dirección

La ley consulta un solo contador para toda la contabilidad de la Dirección. Muy pronto hubo que contratar otro y dos ayudantes, y

en la actualidad para atender debidamente este ramo, base de la fiscalización é indispensable para regularizar y garantir los pagos, funcionan un gefe y nueve empleados.

Las labores de la oficina comprenden: 1.º la contabilidad general de las obras públicas; 2.º la especial de la canalización del Mapocho, obras fiscales de Valparaíso, almacén de depósito de la Dirección; 3.º la de detalle de los ferrocarriles en construcción y de cada una de las obras públicas en vía de ejecución; 4.º la revisión y anotación de todos los estados de pagos antes de darles curso; 5.º la cuenta corriente de todos los decretos supremos que confieren autorización para inversión de fondos en obras públicas; 6.º rendición de todas las cuentas al tribunal, previo exámen y compaginación de los comprobantes de las mismas; 7.º pago directo de los estados y cuentas de todas las obras públicas de Santiago, San Bernardo y Melipilla y de muchas obras públicas de las provincias; 8.º cuidar de que se solicite oportunamente del Supremo Gobierno los fondos necesarios para pagar las Obras Públicas, etc.

La contabilidad de las obras públicas se lleva en la actualidad con toda regularidad, gracias á la medida adoptada por el Supremo Gobierno á solicitud de la Dirección, de establecer la revisión y anotación previa en la Contaduría de todos los estados de trabajos antes de ser pagados.

Esta medida ocasiona algun retardo en los pagos correspondientes á las obras públicas que se hacen en las provincias más lejanas de la capital; pero ese retardo, que no es muy considerable, se encuentra ampliamente compensado por las grandes ventajas que se ha obtenido de la revisión y anotación previa de los estados, la que permite llevar una contabilidad ordenada y ejercer una fiscalización oportuna y eficaz.

Contribuiría en gran parte al perfeccionamiento de la contabilidad de las obras públicas y á evitar demoras y trámites inútiles, que se pusiera de una sola vez y desde el principio del año á disposición de la Dirección General la totalidad de las sumas que ésta debe pagar en el curso del año á los contratistas de las obras públicas en conformidad á los presupuestos respectivos, y que todos los pagos

que por obras hechas ó materiales ordene el Supremo Gobierno sean efectuados por la Dirección.

No hay inconveniente alguno para que sea la Dirección la que pague los estados de los edificios y demás obras que se construyen en las provincias. Al devolver la Dirección los estados después de anotados y visados, puede girar sobre las tesorerías respectivas á la órden de los contratistas y el tesorero pagaría en vista del giro y previa cancelación del estado por el interesado. Habría completa seguridad y ahorro en los trámites, y se tendria al dia la contabilidad de las obras públicas y la de las autorizaciones para girar por el valor de los trabajos hechos.

Entre los anexos figura un estado de todos los pagos hechos por esta oficina y con intervención de ella durante el año próximo pasado.

Asciende el total a $ 7.356,791.27, que se descompone como sigue:

TOTAL.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ferrocarriles en estudio | $ | 3,500 | |
| Ferrocarriles en construcción | | 1.307,903 | 89 |
| Escuelas primarias | | 967,268 | 32 |
| Escuelas normales | | 132,004 | 12 |
| Liceos | | 551,853 | |
| Edificios para instrucción especial | | 396,107 | 69 |
| Cárceles | | 439,783 | 88 |
| Intendencias y gobernaciones | | 103,901 | 75 |
| Dique de Talcahuano | | 751,398 | 21 |
| Canalización del Mapocho | | 1.117,063 | 50 |
| Malecón de Valparaiso | | 467,913 | 46 |
| Caminos | | 47,423 | |
| Puentes | | 293,906 | 86 |
| Hospitales y casa de caridad | | 112,634 | 96 |
| Varios | | 350,865 | 55 |
| Sueldos y gastos de empleados | | 313,263 | 08 |
| Total | $ | 7.356,791 | 27 |

**Secretaría**

Durante el año próximo pasado se despacharon por la secretaría de la Dirección 3.082 notas é informes, que se distribuyen como sigue:

| | |
|---|---|
| Á los Ministerios | 2,372 |
| Á la 1.ª sección de la Dirección | 112 |
| " " 2.ª " " " " | 125 |
| " " 3.ª " " " " | 138 |
| " " 4.ª " " " " | 7 |
| Á varios | 326 |

Estas cifras dan alguna idea de la labor verdaderamente considerable que tiene á su cargo esta oficina, sobre todo si se considera que en cada una de las secciones de que se compone esta Direccion, ha debido suministrar á su vez todos los datos é informes necesarios para formar juicio sobre cada uno de los múltiples asuntos á que la mencionada tramitación corresponde.

Cada una de las secciones además y muy principalmente ha debido atender á la vigilancia y ejecución de las diversas obras públicas que le corresponden.

# PRIMERA SECCION

## Ferrocarriles y Telégrafos

### I.—FERROCARRILES CONTRATADOS CON LA N. & S. A. C. C.

Los trabajos ejecutados por esta Compañía en las diversas líneas férreas contratadas con esta Compañía durante el año proximo pasado se concretaron casi esclusivamente à los movimientos de tierra de mas facil ejecución. Poco ó nada se hizo en túneles i en obras de arte.

La totalidad de los movimientos de tierra por hacer en todas las líneas alcanzan á 18.419,396 metros cúbicos, de los cuales se ejecutaron en 1889 2.349,974 m.$^3$, i en los cuatro primeros meses de este año 1.056,165 m.$^3$. Total incluyendo los estados de Abril: 3.406,139 m$^3$. que corresponde á 19 °/o de movimiento general de tierras.

Se pagó por esos trabajos $ 2.071.011.35 i por materiales para la vía permanente i equipo $ 1.602,199.35.

#### Línea del Huasco a Vallenar

En Mayo de 1889 se entregó a los contratistas el estacado de los diez primeros kilómetros con todos los datos necesarios para la iniciación de los trabajos. Sucesivamente se entregó mas estacado hasta completar 26 kilómetros en Noviembre.

La Comisión de Ingenieros ejecutó ademas los planos de las estaciones de Huasco y Freirina y los de la mayor parte de las alcantarillas entre esos dos puntos.

Actualmente el estacado alcanza hasta un kilómetro de Vallenar, no pudiendo continuar por la oposición de un vecino.

De los 398,000 m.$^3$ de movimientos de tierra ejecutó la

Compañía en 1889-122,676 m.$^3$ 26 i en el primer cuatrimestre del presente año 54,952 m.$^3$ 43.

La suma total corresponde a 43 mts.$^3$ % del total.

Se ha pagado a la Compañía $ 117.725.75, es decir, mas o ménos 15°/o del precio alzado.

### Línea de Ovalle a San Márcos

El 31 de Marzo de 1889 se entregó a la Compañia el estacado definitivo, el plano horizontal y el perfil lonjitudinal de los 25 primetros kilómetros. En los últimos dias de Diciembre quedó terminado el estacado definitivo hasta el kilómetro 50 con sus correspondientes cubicaciones y planos de obras de arte.

La Compañía ejecutó hasta el 31 de Diciembre 147.265 metros cúbicos en desmontes y terraplenes, cifra que alcanzó hasta Abril próximo pasado inclusive á 198.016 mts.$^3$ o sea 18°/o del total.

Los pagos ejecutados alcanzan a $ 103.691.03, correspondiente apróximativamente a 7°/o del precio de contrato.

### Línea de Vilos a Salamanca

El 20 de Abril de 1889 se entregaron al representante de la Compañía Constructora los 10 primeros kilómetros del estacado definitivo y los demas antecedentes necesarios para iniciar los trabajos.

Hasta el 31 de Diciembre se adelantó el estacado hasta el kilómetro 24.600 mts. de que tambien se ha recibido la Compañía.

La Comisión de Injenieros ejecutó ademas los planos de 29 alcantarillas.

La Compañía Constructora hizo en 1889, 231.265 mts.$^3$ de movimientos de tierra y el primer cuatrimestre de este año 203.020. La suma 434.285 corresponde a 13$^{80}$% del total que debe ejecutar.

Se ha pagado a la Compañía $ 186.064.97 correspondiente a 8°/o del precio alzado.

### Línea de Calera a Cabildo

El 28 de Enero de 1889 se entregó a la Compañía el estacado definitivo de 52 kilòmetros y el resto del trazado hasta Cabildo el

31 de Marzo del mismo año.

Hasta el 31 de Diciembre ejecutò la Compañia los siguientes trabajos:

En cortes i terraplenes 305.228 metros cúbicos.

Algunas alcantarillas se iniciaron en Setiembre, pero hasta Diciembre ninguna se habia terminado.

En el túnel de Palos Quemados se habia hecho en galería de avance 429 metros cúbicos.

El Estado pagó hasta el 31 de Diciembre.... $ 185.986.52.— El total pagado hasta la fecha alcanza a $ 296.946.50 y de esta suma corresponde $ 38.420.17 a materiales.

Con relación al precio alzado lo pagado representa 9½o/o.

### Línea de Santiago a Melipilla

El 12 de Noviembre de 1888 se entregaron a la Compañía Constructora los planos del trazado y sus anexos y el 12 de Enero de 1889 el estacado difinitivo de toda la línea.

Los trabajos de cortes y terraplenes principiaron el 12 de Enero entre los kilómetros 0 y 34, y alcanzaron hasta el 31 de Diciembre á 144. 763mts.$^3$, es decir, 36$^{65}$% del total.

No se hizo ninguna obra de arte.

En el primer cuatrimestre de este año, los trabajos han adelantado mui poco, ejecutándose únicamente 24.318 m.$^3$ en movimiento de tierra, con lo cual el total llegó a 42.85 o/o.

El valor pagado hasta la fecha, es de $ 65,520.37 por trabajos hechos i $ 442, 495.65 por materiales importados.

### Línea de Pelequen á Peumo

En Noviembre 12 de 1888 se entregaron los planos del trazado, i en 12 de Enero de 1889 el estacado definitivo de toda la línea.

Los movimientos de tierra fueron iniciados el 31 de Enero i durante el año se hizo un cubo de 84,266 m.$^3$ correspondiente á 45.$^{06}$ o/o del total.

Se hicieron ademas 7 alcantarillas i se iniciaron los estribos para el puente sobre el Limahüe.

En el primer cuatrimestre de este año, se hicierom 13,995 m.$^3$, con los cuales subió el % a $52^{56}$.

El Estado pagó en 1889 $ 54,494.63 y hasta Abril próximo pasado $ 79,303.18 por trabajos ejecutados y $ 125,494.62 por materiales importados.

### Línea de Palmilla á Alcones

El 12 de Noviembre de 1888 se hizo entrega á la Compañía Constructora de los planos de trazados i cuadros de espropiaciones, i el 12 de Enero de 1889 se le entregó el estacado definitivo de toda la línea.

Los trabajos se iniciaron el mismo día.

Los movimientos de tierra alcanzaron en 1889 á 128,010 m.$^3$, es decir, á $25^{48}$ % del total.

Se hicieron nueve alcantarillas, pero de ellas hubo que destruir tres por mala construcción.

Se pagó hasta el 31 de diciembre $ 42,126.64 y hasta abril próximo pasado $ 334,560.64.

De esta suma corresponde:

| | |
|---|---|
| Á trabajos ejecutados..... | $ 74,477 01 |
| y á materiales importados..... | 260,063 63 |

### Línea de Talca á Constitución

El 28 de diciembre de 1888 se entregaron á la Compañía Constructora los planos del trazado definitivo de los 30 primeros kilómetros á partir de Talca y los 20 primeros á partir de Constitución, y el 29 de marzo de 1889 el estacado definitivo.

Los contratistas han desarrollado sus trabajos sobre la casi totalidad de la línea, ejecutando en los movimientos de tierra 529,796 metros cúbicos ó sea poco menos de un 1/3 del total. Se pagó en todo $ 237,995.23.

En los primeros cuatro meses del presente año, ejecutó la Compañía trabajos por valor de $ 63,465.84. Se le pagó además por materiales importados $ 143,555.35.

### Línea de Collhue á Mulchén

Los veinte primeros kilómetros del estacado definitivo fueron entregados á la Compañía Constructora á fines de de enero de 1889.

Á fines de mayo se entregaron los 21,400 metros restantes.

Los trabajos de construcción empezaron á mediados del año con un término medio de 300 trabajadores. Los terraplenes se han hecho en general con empréstitos, sin aprovechar el material de los cortes, como debía hacerse. Se hizo en 1889 un $19^{36}$% de los movimientos de tierra y en los cuatro primeros meses de este año $47^{6}$ % más.

Lo pagado en 1889 alcanzó á $ 34,474.58, y en el presente año por trabajos ejecutados $ 12, 899.02, y por materiales importados $ 120,577.05.

### Línea de Victoria á Tolten

Se entregó estacado en cantidad suficiente para principiar los trabajos el 15 de Abril de 1889, i hasta fines del año se estacaron y nivelaron 75 kilómetros con sus correspondientes perfiles traversales y planos de 20 puentes menores.

Los trabajos se iniciaron por los contratistas en Abril, ejecutando hasta el 31 de Diciembre 415,000 m.$^3$ en cortes y terraplenes.

En cuanto á obras de arte, se inició la construccion del puente sobre el estero Tricanco y el albañal de la estaca núm. 206, con un total de albañilería de 480 m.$^3$ .

El movimiento de tierra alcanzó á 26% del total.

En los cuatro primeros meses del presente año se hicieron 240 862 m.$^3$ mas, alcanzando lo ejecutado á $41^{250}$/$_0$del total.

Los trabajos en 1889 importaron $ 403,847.46 i en 1890 por trabajos $ 227,562,19 y por materiales se pagaron $ 422, 810.51 por rieles y sus accesorios y material rodante para toda la línea de Victoria á Osorno.

### Línea de Tolten á Antilhue

El 15 de Abril de 1889 se entregó el estacado de esta línea.

La Comisión envió a esta oficina los planos y perfiles del trazado entre los kilómetros 190 y 232.5, los proyectos de las alcantarillas entre esos mismos kilómetros y la cubicación de los movimientos de tierra.

Los trabajos de construcción comenzaron en Pidey a mediados de Noviembre y se mantuvieron hasta el fin del año con 82 trabajadores, ejecutando 1.800 mts.$^3$ de roce y descepadura y 1592 mts.$^3$ de terraplen.

Se pagó por esos trabajos $ 4.147.80.

En los 4 primeros meses de este año se pagó por trabajos $ 18.219.69.

El movimiento de tierra alcanzó a 19.923 mts.$^3$, o sea 0.70% del total.

**Línea de Valdivia a Osorno**

El 15 de Abril de 1889 se entregó el estacado de la línea en cantidad suficiente para iniciar los trabajos. Ese estacado definitivo alcanzó a fines de Mayo del mismo año a 20 kilómetros.

En la sección de Antilhue a la Union se hizo el estacado definitivo de 50 kilómetros.

En cuanto a trabajos de construcción se hicieron en los tres últimos meses del año 83.999mts,$^3$ con gastos de $57.665.40,

En los cuatro primeros meses de este año se hicieron 127.488 mts.$^3$ de movimientos de tierra, con los cuales se llegó a 5% del total.

El gasto en esos cuatro meses fué de $ 87.715.80.

## II.—FERROCARRILES QUE SE EJECUTAN POR ADMINISTRACIÓN

El ingeniero en gefe de la construccion de la línea de Renaico á Victoria, me dice lo que sigue:

*Collipulli, Marzo 26 de 1890.*

Tengo el honor de presentar á Ud. la memoria relativa á los trabajos practicados en los Ferrocarriles en construcción de Renaico á Victoria y de Angol á Traiguen, desde el 1.º de Enero al 31 de Diciembre del año próximo pasado.

## Línea de Renaico á Victoria

### CORTES Y TERRAPLENES

De Collipulli hácia el sur se continuó el ensanche de los cortes hasta 5 kilómetros antes de llegar á Victoria, dándoles á los taludes mayor inclinacion que la proyectada para evitar derrumbes á consecuencia de las lluvias. El material estraido de los cortes, que asciende á 24,190 m.$^3$, se ocupó en el levante y ensanche de los terraplenes y en el relleno de la estación de Ercilla.

### ALCANTARILLAS

Se colocaron 14 con tubos de Lota, formando un total de 349 metros lineales.

### PUENTES Y PONTONES PROVISIONALES

Se reforzó el puente provisional de madera sobre el rio Huequen, que tiene una lonjitud de 245 metros y se practicaron las escavaciones para los estribos de mampostería del puente definitivo de acero que tendria un tramo de 20 metros de luz y con una altura de 15 metros desde el fondo del barranco hasta el nivel de los rieles. Sobre el rio Dumo se construyó otro puente provisional de madera de 300 metros de lonjitud y se practicáron tambien las escavaciones para los estribos de mampostería del puente definitivo que será igual al de Huequen y con una altura de 18.40 metros desde el fondo del barranco hasta el nivel de los rieles.

Se construyeron 16 pontones provisionales de madera desde uno hasta cuatro metros de luz. No existiendo en la rejion en donde están situados estos puentes y pontones el material necesario para su construccion definitiva se espera la construccion del viaducto del Malleco para poder trasportar en trenes directamente de la «Cantera de Deuco», situada como á cinco kilómetros al sur de Angol toda la piedra y arena necesaria para esas obras.

### VIADUCTOS DEL COLO Y DE TRAIGUEN

Se principiaron las escavaciones para los machones y estribos de

estos dos viaductos, alcanzando éstas á 3,058 m.$^3$. Tambien en el primero de estos viaductos se principió la mampostería de piedra y concreto en que deben descansar los pilares de fierro de los machones, alcanzando el volúmen hecho á 744 m.$^3$. No existiendo cantera que poder esplotar en esta línea y no siendo económica la construcción de puentes provisionales para reemplazar estos viaductos, pues el de Colo tiene 335 metros y el de Traiguen 390 metros de lonjitud y cuyas alturas máximas de 20 y 22 metros respectivamente, se ha preferido practicar su construcción definitiva recojiendo en carretas, y venciendo no pocas dificultades, la piedra necesaria que se encuentra diseminada en diferentes puntos bastante distantes de la línea, operación que, aunque costosa, se lleva á cabo con toda actividad.

Por los planos inclinados se ha conseguido pasar al sur del Malleco toda la ferrería de estos viaductos y desde allí se trasporta en carro hasta el pié de la obra, siendo el peso de los viaductos como de 1,300 toneladas.

### ENRIELADURA

Esta se continuó hasta la Estacion de Victoria en una estension de dos kilómetros esceptuando los trechos que ocuparán los viaductos del Colo y de Traiguen.

### LASTRAMIENTO

El lastramiento de la línea se practicó desde la ribera sur del Malleco hasta una distancia de 22 kilómetros hácia Victoria. El material depositado en esta operación asciende á 51,410 m.$^3$.

### CIERRO DE LA LÍNEA

Se concluyó el cierro de la línea desde Renaico hasta Collipulli en una estensión de 36 kilómetros y 25 kilómetros desde la ribera sur del Malleco hácia Victoria.

### ESTACIONES

*Ercilla.*—En esta estación se construyeron 1,450 metros linea-

les de desvíos y se concluyó la construcción de la bodega y del edificio para la boletería, telégrafo y equipaje, etc....

*Victoria.*—Se cerró el recinto de esta estación y se tiene depositado algun material para la construcción de los edificios. Se construyeron 1,430 metros lineales de desvios para el servicio de la bodega, tornamesa, etc....

VIADUCTO DEL MALLECO

*Parte metálica.*—En Abril llegaron á Talcahuano en los buques *Gulf of Corcovado* y *Gulf of Papua*, las 556 toneladas de este material enviado para reemplazar el que se perdió en Valparaiso con la *Etoile du Sud.* Todo este material se condujo inmediatamente á Collipulli, en donde se arrumó convenientemente.

*Mampostería de Piedra.*—El volúmen hecho se elevó a 6.507 metros cúbicos.

En la actualidad está completamente concluida la mamposteria de todos los pilares, como tambien la de los estribos Norte i Sur hasta el arranque de los arcos, y en este último se ha dado principio a la construcción del arco y parapetos. En cuanto a la parte metálica ya están armados los 4 pilares y la armadura total de la viga, que ya descansa sobre el pilar N.º 3 quedará terminada a mediados de Abril próximo.

El término medio diario de los trabajadores ocupados en el Viaducto del Malleco y demas faenas del Sur incluyendo el Batallón de Zapadores se elevó a 1.048 operarios.

Lo gastado en esta línea durante el período de que doi cuenta asciende a la suma de $ 503.640.18.

**Línea de Angol a Traiguen**

Los trabajos se concretaron a la terminación de todos los edificios de la Estación de Traiguen que estaban inconclusos cuando se entregó esta línea al tráfico en Enero de 1889 y a completar el lastramiento de dicha Estación. Tambien se construyó el cierro total de esta línea en toda su lonjitud de 72 kilómetros.

El término medio diario de trabajadores ocupados en esos trabajos se elevó a 206.

El gasto de dichas obras se elevó a $ 66.839.48.

(Firmado) *Eduardo Vigneaux.*

---

Es muy probable que en Setiembre ú Octubre del presente año queden totalmente concluidos los trabajos de la línea de Renaico á Victoria, ó cuando ménos suficientemente adelantados para que pueda ser entregada esa línea a la esplotación.

**Ferrocarril de Parral a Cauquénes**

El 31 de Enero del presente año se contrató la construcción de la infraestructura, colocación de la vía y construcción de edificios de esta línea férrea con don Fidel Merino, fijándose los precios de pago por unidad de obra que apreciado con arreglos á las cantidades presupuestadas corresponden á la suma aproximada de $ 618, 909.11 papel moneda.

Los trabajos marchan con toda actividad, con un número de operarios que no baja actualmente de 1,000.

En menos de dos meses de trabajos se han ejecutado 21,625m ts.$^3$ en movimientos de tierra, 44 mts.$^3$ de albañilería, 424.110 mts.$^2$ de roce y descepadura y recibido 15.500 durmientes. El pago total alcanzó a $ 27.167.74.

La línea debe terminarse en 14 meses totalmente, pero cuat › meses antes debe ser entregada al tráfico.

## III.—FERROCARRILES EN ESTUDIO

Se terminaron los de los siguientes:

1) Salado á Pueblo Hundido, de 1 metro de trocha, de 29. 800, con presupuesto de $ 258.957.96 de 26 penipues.

2) Ovalle a Cerrillos: 26,$^k$ 300, trocha de 1 metro, presupuesto de $ 411.705. 81 m. c. y $ 85.103.45 oro.

3) San Felipe a Putaendo: 14.$^k$ 864 trocha de 1 mts.68, presupuestada en $ 206.407.71 m. c. y $ 53.933.60 oro.

4) Parral a Cauquénes: 49.$^{k}$ 400, presupuestada en $ 618.897.77 m. c. y $ 224.747.21 oro.

5) Coigüe a Nacimiento: trocha de 1 m. 68, 7.$^{k}$ 900, presupuestadas en 73.760.89 moneda corriente, i $ 25.573.93 oro.

6) Mercado al Peñón: 16.$^{k}$ 645 trocha 1 m. 68, presupuestadas en $ 713.437.24 moneda corriente.

7) Chillàn a las Trancas: 84.$^{k}$ 200 trocha de 1 metro, presupuestada en $ 1.084.884 moneda corriente.

8) De cintura en Santiago: 7.$^{k}$ 580, trocha de 1 m. 68, presupuestada en $ 398.168.70 moneda corriente, $ 49.526.68 oro.

9) De circunvalacion en Santiago: 9.$^{k}$ 970, trocha 1 m. 68, presupuestada en $ 326.890.26 moneda corriente, y $ 65.067.43 oro.

10) Coigüe á Nacimiento: 7.$^{k}$ 970, trocha de 1 m. 68, presupuestada en $ 73.760.89 moneda corriente, y $ 25.573.93 oro.

IV.—LÍNEAS EN ESTUDIO

1) Curicó á Llico.—El estudio se encuentra al terminarse en todos sus detalles. Largo de la línea 107 k.

2) Melipilla á Quilpué.—Se continúa el estacado definitivo de la línea, siguiendo en jeneral el trazado del ingeniero don Aurelio Lastarria. Actualmente se estudia una variante de importancia entre el túnel de..... y Quilpué.

3) Melipilla á San Antonio.—Se ha concluído el trazado preliminar y se toman datos suplementarios para ubicar la línea definitiva.

4) Tomé á Cauquenes.—El polígono preliminar está terminado entre Tomé y Cucha, pasando por Rafael y Coelemu.

Simultáneamente se estudia otro trazado pasando por Dichato i la Vega.

Ambos forman parte de un plan de estudios que permitirá decidirse por el trayecto mas conveniente.

5) Entre San Marcos, Combarbalá y Cabildo por una parte y de Serena á Vallenar se hacen estudios preliminares que permitirán más tarde hacer estudios definitivos de esa importante línea longitudinal.

## SEGUNDA SECCION

### HIDRAULICA

A continuación figura un informe del jefe de esta sección sobre los diversos estudios hechos en la oficina en 1889.

Los mas importantes de esos estudios fueron:

1.º Dos muelles de cabotaje para Valparaiso de 180 metros de largo cada uno y 17m.60 de ancho, que servirán para la carga y descarga directa de los buques que atraquen á sus costados.

Con fecha 19 de Agosto próximo pasado se contrató la construcción de esos muelles con don Juan Murphy por $ 826.692—y en el plazo de 640 días á contar desde el 1.º de Diciembre.

Se ha hecho ya por administración el estribo de uno de los muelles y la ferretería de ambos viene ya en camino.

2.º Un malecon y dos tajamares para mejorar las condiciones del puerto de Iquique y un muelle para embarque de salitre.

Se pidieron propuestas para la ejecución de estas obras y no se aceptó ninguna por el Supremo Gobierno por cuanto la mas baja no dió garantías suficientes de cumplimiento.

3.º Malecón en Talcahuano para ganar terrenos sobre el mar y permitir el atraque de los buques.

Se pidieron propuestas y su aceptación ó rechazo se encuentra pendiente de la resolucion del Supremo Gobierno.

---

El jefe de esta sección da cuenta de los trabajos ejecutados en su oficina en los términos siguientes:

# MEMORIA

QUE EL JEFE DE LA 2.ª SECCIÓN PASA A LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS SOBRE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL AÑO 1889

---

## 1.º Trabajos marítimos

### (a) ALUMBRADO DE LA COSTA

A principio del año 1889 se hizo un estudio detallado sobre la propuesta de los señores Laffon y Recopé para el establecimiento de 71 faros de 6 órdenes diferentes, en las costas de Chile.

Se analizó separadamente para cada faro, el costo de los aparatos de alumbrado del farol, de la torre y de la casa para empleados.

Conservando para los contratistas una ganancia de 20°/o. el presupuesto formado por esta oficina alcanza aproximadamente á la cuarta parte del valor pedido por los señores Laffon i Recopé.

### (b) PUERTOS

Los proyectos presentados son relativos á las construcciones de muelles i malecones nuevos y á la mejora de los que existen.

MUELLES.—Un estudio comparativo de muelles para las costas de Chile con machones de pilotes de rosca ó con tubos de fundación de aire comprimido, hizo ver la posibilidad de aplicación de los dos sistemas.

El primero fué adoptado para el puerto de —

VALPARAISO—El proyecto comprende dos muelles. Cada uno tiene una longitud de 180 metros y 17m.60 de ancho. La infraestructura comprende cinco hileras de 37 estacas de rosca. Las estacas son de plancha de fierro y las roscas de fierro fundido. Todas las estacas son unidas entre sí en el sentido longitudinal, como tambien en el sentido trasversal, de manera que sin la intervención de la superstructura ya forman un todo bien ríjido.

Precauciones especiales se han tomado para asegurar la estabilidad de los machones estremos, los mas espuestos a los efectos de las olas.

La superstructura consiste en vigas longitudinales de fierro, bien unidas entre sí con las estacas, sobre las cuales descansa un entablado de madera.

La obra se completa por un sistema de vias férreas con sus desvíos, de vías para grúas, así como por las mismas grúas, puestos de atracar, etc.. en una palabra, todos los aparatos exijidos para el manejo cómodo de las mercaderías.

PUERTO DE IQUIQUE.—Para este puerto se ha estudiado un muelle, un malecon y dos tajamares.

*Muelle.*—Tiene un largo de 140 metros y un ancho de mts. 17.60.

*Infraestructura.*—La infraestructura comprende dos filas paralelas de tubos de fierro con fundación de aire comprimido.

La distancia trasversal de eje á eje de los tubos es de 15m.00, y el número de tubos en cada hilera es de 17. Cada tubo tiene 3m. de diámetro.

*Superstructura.*—Salvo el entablado, que es de madera, la superstructura es enteramente de fierro, y comprende cinco vigas longitudinales, reunidas por una série de vigas trasversales.

Cuatro vías para ferrocarriles, dos para grúas, varios puestos de amarrar y un sistema de puestos de atracar completan la obra.

*Malecon.*—Es de enrocado, protejido en la zona de accion de las olas por un revestimiento de bloques de hormigon.

*Molo de abrigo.*—Un molo de abrigo de enrocado proteje las obras descritas arriba.

PUERTO DE COQUIMBO.—Se ha proyectado para esta bahía un muelle de cabotaje de 210 metros de largo y mts. 17.60 de ancho.

El muelle se compone de dos partes rectas, haciendo entre sí un ángulo y dirigidas, la una desde la costa en el sentido O-E, la otra desde el estremo de la primera en el sentido S-N.

La construcción, tanto de los machones como de la superstructura, es enteramente ánaloga á la que se ha estudiado para el puerto de Iquique.

Puerto de Arica.—En esta oficina se ha elaborado un proyecto de prolongación del muelle existente en el puerto de Arica. Se aumenta el largo del muelle con 15 metros en la dirección primitiva y se añade 30 metros en el sentido perpendicular.

Puerto de Caldera.—Los trabajos del muelle se han adelantado bastante para que su conclusion tenga lugar dentro de pocos meses.

Puerto de Taltal.—Todas las obras de este puerto se han llevado a cabo.

Puerto de Constitución.—Actualmente se están haciendo los dibujos para el arreglo y ensanche del muelle de pasajeros que existe en esta poblacion.

Puerto de Talcahuano.—Con el doble objeto de permitir el atracadero á los buques de gran tamaño, y al mismo tiempo de conquistar al mar una estensión notable de terrenos mui provechosos, se hizo un proyecto de construcción de dos malecones para este puerto, cuya importancia futura será mui grande.

Los malecones se componen:

1.º De 375 metros de muro de bloques de hormigon y mampostería con fundamentos de enrocado, descansando sobre 2,030 estacas de madera. Al pié de este muro se conserva una profundidad de 6 metros debajo del nivel de marea.

2.º De dos defensas de enrocado hechas de piedra de granito, la una de 255 metros de lonjitud, la otra de 412 metros.

Para todos los proyectos indicados se hicieron los presupuestos y se prepararon los pliegos de condiciones a fin de asegurar la ejecución del trabajo según todas las reglas del arte y con las debidas garantías en favor del Gobierno y del contratista.

Puerto de Llico.—En los meses de julio i agosto próximo pasado se efectuaron cerca de la bahía de Llico dos sondajes geológicos con objeto de determinar la naturaleza del terreno.

Se hicieron á tal efecto dos pozos, uno de $15^{m}00$, el otro de $23^{m}10$ de profundidad. De los terrenos encontrados se recogieron muestras que llegaron á esta oficina.

### 2.° Trabajos fluviales

REGULARIZACIÓN DE CAUCES

Los siguientes proyectos se elaboraron:

Uno para la defensa de las orillas del río Antivero, cerca del pueblo de San Fernando. El sistema utilizado es de piés de cabra con piedra.

Otro proyecto se refiere al canal del Pueblo en el rio Aconcagua, por el cual se propone dos pircados, (revestimientos de piedra) uno de 200 i otro de 100 metros, protegidos por bloques artificiales, de cinco toneladas de hormigón.

RIO MAPOCHO

En esta oficina se llevó á cabo un proyecto de boca toma y de alcantarillas con emplantillado (radier) para la parte canalizada de este importante río.

De las obras referidas se hizo un pliego de las condiciones facultativas que deben observarse en la ejecución.

Actualmente se está estudiando un proyecto de desvío fuera del pueblo de varios esteritos que atraviesan la población de Constitución con objeto de evitar las inundaciones que ocasionan en invierno y de hacer desaparecer los pantanos que dejan en verano.

### 3.° Puentes

En esta oficina se hicieron los estudios completos de varios puentes y para muchos otros se proyectaron modificaciones en los planos ya existentes.

NUEVOS PROYECTOS.—Se han estudiado los siguientes:

a) Un puente de acero de $43^{m}00$ de luz sobre el río Mapocho. El puente es de un solo tramo.

Las vigas son del sistema Schwedler de forma casi parabólica.

El anchode la calzada es de $5^{m}60$.

Las veredas son exteriores y tienen cada una $2^{m}$ de ancho.

b) Un puente de acero de $43^{m}50$ de luz sobre el mismo río.

La calzada tiene 8 metros y cada vereda 2 metros.

La parte superior de las vigas es parabólica.

c) Un puente de acero de 50m00 de luz sobre el mismo río.

Es de tramo único.—La forma de la viga es parabólica en la parte superior.

Entre los montantes hai un ancho de 10m 50, del cual quitándose 3m 50 para las dos veredas quedan 7 metros para la calzada.

d) Un puente de fierro de 16 m.00 de luz para el Rio Maipo en el lugar llamado el Cristo.

Las vigas son curvas.

El ancho entre las vigas es de 4m.20, de los cuales un metro para las veredas.

La configuración natural del terreno en el punto de colocación hace inútil la construccion de estribos, pudiendo el puente descansar directamente sobre las rocas.

e) Un puente de fierro de 16 metros de luz sobre el rio Huasco en las «Juntas»

Vigas rectas

Ancho de las veredas, om.80

Ancho de la via carretera, 3m.20.

Para todos estos proyectos se hicieron los presupuestos detallados y los pliegos de condiciones para deslimitar perfectamente las obligaciones respectivas de los contratistas y del Gobierno y asegurar una ejecución perfecta de los trabajos.

Ademas de la confección de los proyectos citados se revisaron los ya hechos para todos los puentes, introduciendo las modificaciones que necesitaban.

### 4.° Desagües

En este ramo se han hecho y están haciendose estudios importantes para dotar de una red completa de desagües a las tres ciudades de Santiago, Concepción y Viña del Mar, para las cuales se ha tenido que levantar préviamente los planos i hacer las nivelaciones del terreno. Para la segunda de estas poblaciones se han acabado completamente los planos y presupuestos, y dentro de mui pocos dias se alcanzará el mismo resultado para las otras dos.

El sistema escojido es el por gravitación que es el mas lójico y mas generalmente adoptado. Los proyectos contienen todos los aparatos y disposiciones mas perfeccionados que la esperiencia ha indicado como necesarios para semejantes trabajos.

**5.° Informes**

Ademas de los estudios cuya enumeración hemos hecho en lo que precede, ha sido encargada esta sección de un gran número de informes sobre distintos trabajos, tales como el establecimiento de un estanque para el agua potable de Coronel, proyecto presentado por Mr. Wallace.

Sobre un sistema de distribución de agua del mar en la ciudad de Taltal, estudiado por el señor Hermann.

Sobre la construcción de un ascensor para la Escuela Naval, etc., etc.

Santiago, 5 de Mayo de 1890.

RAFHAEL POTTIER.

---

II

## Canalizacion del Mapocho

La siguiente memoria da cuenta de la marcha de este trabajo:

*Santiago, marzo 22 de 1890.*

Señor Director:

En contestación á su nota núm. 112 de fecha 8 del corriente diré á Ud. lo siguiente:

Los trabajos de canalización del Mapocho se iniciaron á fines del mes de Enero de 1888, principiándose por la construcción de oficinas y bodegajes para materiales, las que se construyeron con los materiales del galpón de zapateros que estaban al lado sur, junto al puente de «los Carros.»

Á la vez que se demolía el galpón de zapateros y se construían las oficinas, se principió á ejecutar un cauce de desvío en el costado

sur del río para poder echar por él las aguas y poder trabajar en la excavación de la cuneta; este cauce principiaba en el puente Mackenna y terminaba en el de Calicanto. Se desviaron las aguas del desagüe del molino de la Purísima y se echaron éstas al cauce de desvío; se prolongó el puente de los carros en la parte ocupada por el cauce de desvío y se rebajó el emplantillado del puente de Calicanto por donde pasaba el cauce.

Se procedió en seguida á la excavación del cauce del canal en la parte comprendida entre el puente de Calicanto y el antiguo puente de Palo, rebajando el emplantillado del de Calicanto en la parte ocupada por el canal.

Al mismo tiempo principió á construirse un puente carretero sobre el cauce de desvío, frente á la calle de San Antonio.

Todos estos trabajos se hacían, cuando vinieron las avenidas de Junio y Agosto, esta última destruyó parte del puente de Calicanto y embancó parte del cauce de desvío, rellenando con el material arrastrado por las aguas, parte de la cuneta excavada y cortando el puente de "los Carros" en la parte construida sobre el cauce de desvío.

Pasada la avenida, se procedió con presteza á unir el puente de "los Carros", á limpiar el cauce de desvío, á construir un nuevo puente provisorio de madera, que reemplazara al de Calicanto, á continuación del que se había construido frente á la calle de San Antonio y sobre el cauce del canal, dejando un macizo de ripio entre éste i el anteriormente construido. Se procedió en seguida á demoler el puente de Palo y el de Ovalle, que fueron en parte destruidos por las avenidas ya indicadas.

En seguida se construyó un puente para jente de á pie en lugar del de Ovalle. Junto con estos trabajos se seguia la excavación de la cuneta en la parte que se hacía anteriormente.

Se procedió también á demoler el puente de Calicanto.

Todo lo que antecede se hizo hasta fines de Octubre, fecha en que se suspendieron los trabajos de canalización, en la parte en que se ejecutaban y se principió por el embudo.

En resumen, los trabajos hechos hasta esa fecha consistieron en

Destrucción del galpón de zapateros.

Construcción de las oficinas y bodegas.

Construcción del cauce de desvío.

Desvíos de las aguas del molino de la Purísima.

Construcción de la prolongación del puente de «los Carros.»

Construcción del puente provisorio frente á la calle de San Antonio.

Apertura de la cuneta del canal.

Limpia del cauce de desvío.

Rebaje del emplantillado del puente de Calicanto.

Construcción del puente Ovalle.

Destrucción de los puentes de Palo y Ovalle.

Demolición del puente de Calicanto.

Invirtiéndose en todo lo anterior la suma de ($ 69,913.63,) de los cuales se puede descontar la suma de ($ 36,134.58) que fueron invertidos en las avenidas y en obras que con el cambio de ubicación de las faenas quedaron abandonadas; habiéndose invertido, se puede decir, en obras útiles ($ 33,779.05.)

Desde fines de Octubre se procedió á la apertura de zanjas de desagües para los heridos, y en la misma posición de éstos, desde el puente de Mackenna hasta el molino Americano, principio del costado Norte del embudo del canal, y á la apertura de la cuneta entre estos dos puntos, se procedió á la vez á la construción de una línea férrea, que partiendo de la del Ferrocarril del Norte y por la ribera Norte del río, sirviera para el acarreo de piedra y materiales; á la construcción de galpones para guardar materiales y alojamiento de los trabajadores; á la construcción de martinetes, carretillas y otras herramientas necesarias para la prosecución de los trabajos; á la construcción de obras de defensa para defender las obras construidas, y defender de las creces de verano, las en ejecución, que fueron muy grandes y permanentes en los meses de Diciembre y Enero; á la unión de los puentes provisorios, frente á la calle de San Antonio, para hacer desaparecer el terraplen que había entre ellos y que cada crece lo cortaba é interrumpía el tráfico; á demoler algunos edificios que existían en el lecho del canal, y á concluir el

puente de Ovalle; á la construcción de una defensa de doble fila de rieles en la embocadura del canal; á la construcción de un cauce de desvío y á continuar la demolición del puente de Calicanto.

En resúmen, desde fines de Octubre hasta el 1.º de Enero de 1889, se hizo lo siguiente:

Apertura de la cuneta y heridos, desde la embocadura;

Construcción de una línea férrea para los materiales;

Construcción de defensas;

Construcción de galpones para materiales y alojamiento de obreros;

Unión de los puentes frente á la calle San Antonio;

Conclusión del puente de Ovalle;

Construcción de martinetes y otras herramientas;

Construcción de un cauce de desvío;

Demolición del puente de Calicanto.

Invirtiéndose desde el principio del trabajo hasta esa fecha la suma de $ 176,702.70 repartidos como sigue:

| | | |
|---|---|---|
| Valor de algunos edificios espropiados... | $ | 8,200 00 |
| Invertido en obras que se abandonaron por el cambio de faenas..... | | 36.134 58 |
| En oficinas, galpones y puentes..... | | 44.247 11 |
| En maquinaria y herramientas..... | | 36.689 98 |
| En vía férrea..... | | 14.019 31 |
| Suma..... | $ | 136,291 31 |

De manera que descontando esta suma del total invertido, queda la suma de $ 40,411.39 que se puede decir invertidos en trabajos de la canalización propiamente dicha hasta el 1.º de Enero de 1889.

En este mes se continuó el cauce de desvío para impedir que las aguas entraran á las excavaciones que se ejecutaban en el estremo Oriente.

Se demolieron los edificios que al poniente del puente de Calicanto impedian la continuación de la línea que se construia para la conducción de los materiales.

Se siguió con la apertura de los heridos para los malecones, si-

guió la demolición del puente de Calicanto, se continuó la construcción de la línea férrea para el acarreo de materiales, se dió principio al trabajo de albañilería con la construcción del malecon Norte del embudo, se continuó con la clavadura de pilotes para la defensa de la desembocadura, teniendo al efecto seis martinetes en trabajo, se dió principio a las excavaciones de los heridos del male con Sur entre la embocadura y el puente de Purísima.

En el mes de Febrero se dió fin á las excavaciones del herido sur entre la defensa de la desembocadura y el puente de Purísima; se seguió el trabajo de excavaciones entre la embocadura y el puente de Mackenna.

Se reforzó el estribo norte del puente de Recoleta, á fin de que resistiera á las creces del invierno, se siguió la demolición del puente de Calicanto, con parte de los escombros que salian de esto se reforzó la ribera Sur, al costado del Mercado, se prosiguió la construcción de la línea férrea.

Se prosiguió la construcción del malecon Norte del embudo; se concluyó la clavadura de pilotes en la defensa de la embocadura y se procedió á trabarlos entre sí con barras de fierro y reforzarlos por medio de tirantes. Se siguió construyendo los puentes provisorios que daban acceso al puente de fierro frente á la calle 21 de Mayo, se terminaron las escavaciones de los heridos para la construcción de los estribos de éste y se procedió á la obra de albañilería, usando parte de la piedra estraida del puente de Calicanto; se instaló una oficina para el reconocimiento y ensayes de materiales, como ser cimientos, cales, etc.

En el mes de Marzo, siguieron las excavaciones de la cuneta y heridos para los malecones, sirviéndose como siempre, de carritos Deucauville, carretillas y palas, según la distancia del trasporte de los escombros, dejando éstos depositados á ambos lados del canal, prontos para el terraplén de las calles ó avenidas que se construirán al costado del canal.

Se concluyó la vía férrea para el acarreo de materiales, lo que sirvió para facilitar mucho el trabajo, puesto que hasta esa fecha hubo necesidad de hacer este acarreo por medio de carretas, lo que

aumentaba mucho el precio de ellos; pero medida indispensable, pues había urgente necesidad de concluir esa parte de los malecones para dejar el trabajo libre de las creces de invierno; se dió principio á la colocación de piedras en el interior de la defensa de rieles.

En el mes de abril, se concluyó la muralla del malecón norte del embudo y la muralla sur entre la defensa de rieles y el puente de Purísima; de esta manera quedó el trabajo á salvo de accidentes por efectos de las creces de invierno; se siguió con la construcción del muro norte y se dió principio al trabajo de emplantillado; se concluyó el relleno con piedras en la defensa de rieles, llenando sus intersticios con greda para evitar así las filtraciones en caso de crece; se concluyó el refuerzo del estribo norte del puente de la Recoleta; se concluyó el radier que se construía para evitar la socavación del mismo se reforzó y se construyó defensas en los estribos del puente Mackenna, cuyo muro en el ala noreste, fué destruído por las aguas en ese verano; se reforzó el estremo norte del puente de los Carros y se construyó una defensa entre la espalda del muro sur y el puente de Purísima; de esa manera quedaron reforzados todos los puntos vulnerables por las aguas de invierno y libre una gran extensión para trabajar en la misma época; se terminaron también en ese mes los estribos y radier del puente de fierro de Veintiuno de Mayo, trabajo que fué un poco caro, pués hubo que emplear ahí bombas de agotamiento durante el trabajo; pues ese lugar estaba aislado y había necesidad de concluir luego dicha obra á fin de dejar terminado ese puente que estaba destinado á la Empresa de los carros urbanos.

Siguieron en el mes de mayo las excavaciones y trabajos de albañilería entre el puente Mackenna y la defensa de la embocadura.

En esta sección, sobre todo entre el puente de Purísima y Mackenna, el trabajo de excavación fué muy penoso, pues en esa parte hasta hubo que excavar en la cuneta cinco metros, término medio, de altura y se empleó los sistemas de excavación que se usaban anteriormente y medios mecánicos para ascender los carros cargados con lastre y al mismo tiempo los carros del tren lastrero.

Se construyó en esta época con gran premura de tiempo una defensa de piedra y rieles á la altura de los molinos del Cármen para proteger parte de los tajamares que habían sido destruídos ese verano; se dió principio á la armadura del puente de fierro del 21 de Mayo.

En Junio se dió principio á la construcción de los estribos del puente de Purísima. Se construyó un puente provisorio de madera á continuación del de Mackenna, para desviar el tráfico de la calle de Loreto, á fin de poder cambiar la línea férrea al centro del canal y dar facilidades para la continuación de las excavaciones del herido norte por cuya parte pasaba la línea y poder construir el estribo del mismo lado en el puente Mackenna.

Se concluyó en ese mes la defensa del tajamar á la altura de los Molinos del Carmen.

En Julio, llegaban las escavaciones á inmediaciones del puente de la Recoleta; se reforzó dicho puente que había cedido algo con el excesivo tráfico que por él se hacía; se concluyó la armadura del puente del fierro del 21 de Mayo; se construyó un desvío en las canteras de Renca para facilitar su explotación.

En Agosto, estaba construído el muro norte hasta el puente de Purísima y el muro sur hasta inmediaciones del puente de Mackenna, habiéndose hecho hasta esa fecha 14.244.46 metros cúbicos de albañilería.

En Septiembre, las excavaciones de los heridos llegaban al puente de Calicanto, habiéndose excavado hasta esa fecha 58.250 metros cúbicos; se siguió trabajando en el emplantillado del canal, habiéndose hecho hasta entónces 3522.21 metros cúbicos; se construyó la vereda de madera para el puente de fierrro del 21 de Mayo y se pintó el mismo, quedando pronto para ponerle el pavimento. Se dió principio a la armadura del puente de Purísima; se principió á excavar los heridos de los estribos del puente Mackenna; se prolongó la línea por el eje del canal hasta el puente de Calicanto; se principió á construir un desvío para habilitar nuevas canteras en el cerro de Renca.

En Octubre se abrió y se habilitó un nuevo cauce de desvío entre

el puente de calicanto y la Estación del Mercado al costado de la ribera sur del río, á fin de que permitiera seguir las excavaciones en esa parte. Se construyó y habilitó otro cauce de desvío al costado norte.

Se continuó la construcción del muro sur, pero dándole solo la altura de la fundación, desde el puente de Mackenna al poniente, á fin de que en caso de avenida, que no cupiese en el cauce provisorio, se desbordasen las aguas por el canal y no pusiesen en peligro la ciudad.

En Noviembre se desarmó el puente provisorio que se había construido al lado norte del río junto al puente de fierro, frente a la calle Veintiuno de Mayo, para terraplenar esa parte.

Se construyó un desvío que, partiendo del estremo poniente del canal, seguía por el eje de éste hasta llegar al puente de Ovalle. Se dió principio á la construcción de una vía, que partiendo de las canteras de «Lo Ruiz» siguiera paralela á la del ferrocarril del Estado i se uniera al ramal construído al norte del río para independizar el servicio de acarreo de materiales para la canalización del ferrocarril del Estado.

En Diciembre, se concluyó la armadura del Puente de Purísima. Se concluyó una parte de la línea que se construía para la nueva cantera de Renca, la que principió á prestar inmediatamente útiles servicios; se dió principio á la armadura del puente de Mackenna.

En Enero, se concluyó la apertura de los heridos del malecón norte; en Febrero, se concluyó la pintura y colocación de las veredas del puente Purísima, estando pronto para recibir el pavimento; se concluyó la vía que se construía para la nueva cantera de Renca.

Se dió principio á la construcción del emplantillado del embudo, cuyo trabajo no marcha con la celeridad debida á causa de la poca cantidad de piedra que suministra el señor Riesco, contratista de «Lo Contador.»

En la ejecución de los trabajos se ha procurado obtener los precios más bajos y que los operarios aprovechen y ejecuten bien su tiempo y su trabajo, así tanto el trabajo de excavación como el de

albañilería se hacen á trato, así mismo la compostura de herramientas, procurando así tener el menor número de operarios á jornal, solo en ciertos trabajos en que es difícil calcular su costo. El número medio de operarios que ha habido en trabajo ha sido más ó menos mil hombres.

Han prestado utilísimos servicios en el trabajo los carritos y rieles portátiles Decauville, tanto para el acarreo del lastre como para la mezcla, piedra, etc.

Al ejecutar las excavaciones se ha procurado ir de abajo hácia arriba, por secciones, para procurar que las aguas de filtraciones se escurran por las mismas zanjas y no tener que emplear bombas de agotamiento, que á más de ser de odiosa instalacion, son muy costosas por el gasto de vapor; sin embargo, ha sido necesario emplearlas en algunas partes.

La hechura de mezclas se hizo al principio á mano, después se construyeron trapiches revolvedores, que á la vez que hacen el mortero más barato lo dejan perfectamente uniforme. Estos trapiches son movidos por motores á vapor en los cuales se usa como combustible los barriles en que viene el cimiento romano.

Para apagar la cal se ha seguido el procedimiento ordinario de aspersión El mortero que se ha empleado en toda la obra se compone de quince de arena, cinco de cal y cuatro de cimiento romano.

Al principio se usaba la arena del río, que era de muy buena calidad, pero su extracción era cara, pues había necesidad de arnearla y separarla del ripio y no siempre salía limpia, habiendo habido muchas veces necesidad de lavarla; después se ha seguido usando arena del estero de Lampa, que se acarrea por ferrocarril, arena blanca cuarzoza, muy uniforme y que se estrae con gran facilidad, porque se ha construido un desvío en el estero que facilita su carga, pues casi no hay necesidad de arnearla y no contiene tierra.

La mayor cantidad de cal que se ha empleado es la cal de la cuesta de Prado que fabrica don Manuel Montt, cal que ha producido los mejores resultados, dado su precio ($ 0.82 por quintal) y tiene la ventaja de venir siempre pareja y de no contener piedras.

El cimiento empleado hasta la fecha es el White Brothers-Best

Best; superior calidad, que viene muy bien embalado y su clase pareja, pues todas las remesas recibidas son exactamente uniformes en su calidad.

Las expropiaciones se han limitado al lado Norte hasta la calle de Bellavista, quedando una línea quebrada que dará un feo aspecto á esa calle, cuya rectificación será dificil hacerla y solo con el trascurso de los años, á medida que se vayan construyendo los edificios. Llevando las expropiaciones por ese lado hasta el límite de los cien metros de que habla la ley, quedaría un barrio regularizado, esas expropiaciones no habría necesidad de llevarlas por parejo, sino sólo el ancho de las propiedades ocupadas por las avenidas que se proyectan; de esa manera no habría que hacer tantos desembolsos por parte del Fisco; por otra parte, siguiendo esas expropiaciones se haría desaparecer del centro de la poblacion, como van á quedar una vez hecha la canalización, el foco de miasmas de las caballerizas del Ferrocarril Urbano. Por otra parte, existe un terreno frente a la avenida de la Recoleta que intercepta dicha calle y no deja salida directa frente al canal, cuyos terrenos convendría se compraran.

Al lado sur también convendría expropiar hasta el límite de los cien metros, la parte comprendida entre el Mercado y la Estación actual del ferrocarril; esto se hace indispensable á lo menos en la parte que está sobre la rampla del puente de Calicanto, á fin de rebajar la prominencia del terreno en ese punto y dejarlo al nivel del resto. Todas estas expropiaciones mientras más luego se efectúen demandarán menos desembolso al Fisco, pues una vez hecho el canal ya esas propiedades habrán tomado mucho más valor.

Concluído el puente de fierro frente al de Mackenna, se paralizará el trabajo de puentes; así que convendría contratar los restantes á la brevedad posible, á fin de que su colocación vaya á la vez con las demás obras de canalización.

Durante todo el año pasado se ha mantenido y se mantiene todavía un personal ocupado en arreglar el pavimento de los puentes de Recoleta y Mackenna; como la superstructura de este último sigue cada vez en peor estado, se está colocando machones de pilo-

tes de rieles entre los de albañilería que tiene, á fin de poner una cubierta de ripio que hará más fácil el tráfico; como este peso suplementario tendría en peligro la resistencia del puente, se va á consolidar éste con los machones de pilotes.

En resúmen, á la fecha están hechos todos los heridos del malecón norte; los heridos del malecón sur, menos una estensión de cien metros en el embudo; la excavación de la cuneta próxima á concluirse entre el puente de fierro frente á la calle de 21 de Mayo y la defensa de la embocadura.

El malecón Sur en toda su altura, entre la defensa de la embocadura hasta cien metros al Oriente del Puente Mackenna y todo el resto hasta su conclusión hasta la altura de tres metros; el malecón Norte á toda su altura desde la embocadura del canal hasta el puente de Purísima; desde cien metros al Oriente del puente Recoleta hasta el puente de Calicanto; y desde el estremo del canal hasta cien metros al Oriente, y se sigue trabajando en el resto.

El total de metros cúblicos excavados hasta la fecha en los heridos es de..... 117,610
En la cuneta..... 249,115
Metros cúbicos de albañilería hechos en malecones..... 38,059
En emplantillado..... ..... 4,191
Se ha invertido hasta la fecha la suma de..... $ 1.500,652.79/100

Dios guarde a Ud.

José Luis Coo.

---

III

## Dique de Talcahuano

En conformidad a la autorización conferida por la ley de 1.º de Febrero de 1888, el Supremo Gobierno aceptó con fecha 10 de Abril del mismo año una propuesta de don Luis Dussaud para cons-

truir un dique seco en la bahía de Talcahuano, por la suma de (£ 488,000) de la cual se rebaja (£ 48,000) que el contratista debe reembolsar por valor de la draga, cargadores, grúa flotante, etc., suministrados por el Estado.

Los trabajos preparatorios se iniciaron el 22 de Octubre del mismo año.

Hasta el 31 de Diciembre del año próximo pasado se había ejecutado 464 metros de tajamar; 74 cargadores de á 188½ m³ de dragaje en el lugar del dique; 134 cargadores de desrocamiento en el mismo lugar y 610 bloques artificiales de 10 m³ cada uno para abrigo del recinto de los cajones. Se alcanzaron además á colocar 51 de estos bloques en su lugar correspondiente.

Para ejecutar todos estos trabajos, el contratista había establecido de antemano todas las instalaciones necesarias, á saber: ferrocarril á la cantera de San Vicente, aparatos para mover y embarcar los bloques, maestranza, oficinas, habitaciones de operarios, etc.

Para perfeccionar la obra principal se ha complementado el contrato con dos importantes modificaciones aprobadas por el Supremo Gobierno. Es la primera relativa al empleo de la piedra granítica en la mampostería del dique en lugar de la esquista de San Vicente que el contratista se creía con derecho á emplear. Esa piedra debe tomarse de la cantera del Arenal, situada á cuatro kilómetros de San Rosendo al costado de la línea del ferrocarril. La segunda modificación se refiere al ancho del dique, que ha sido aumentado á 25 m. o sea en 4m 85; lo que permitirá emplearlo para carena de los buques mas grandes que pueden venir al Pacífico.

Hasta el 31 de Diciembre próximo pasado se había invertido en esta obra $ 751,308.21.

El desembolso llegó á $ 1.055 665.00 el 30 de Junio del presente año lo que manifiesta que los trabajos no han marchado con toda la rapidez deseable para concluirlos en el plazo convenido.

Esto se debe antes que todo al atraso en la llegada de los cajones y demás aparatos para hacer las fundaciones con aire comprimido.

A la fecha de esta Memoria se encuentra terminado el tajamar

de abrigo hasta el dique y se continúa su prolongación para protejer la entrada del mismo, en virtud de un nuevo contrato celebrado con fecha en conformidad al decreto núm. de

Esta prolongación servirá además para protejer en gran parte el fondeadero del puerto de Talcahuano y el futuro malecon para atraque y descarga de buques que en él se proyecta.

En cuanto á dragajes se han completado hasta el 1.º de Agosto del presente año 347 cargadores de á 188½ m. 3 estraídos del lugar que ocupa el dique y el canal de acceso.

En cuanto á la operación de estraer rocas en ese mismo lugar, se han completado 296 cargadores del volúmen indicado.

El número total de bloques artificiales alcanzó a 1157, habiéndose colocado 699 de éstos en su lugar correspondiente para protejer el recinto del dique.

En el arranque del Dique se han ejecutado 5,800m³ de terraplen.

El contratista ha hecho todas las instalaciones necesarias para la ejecución de los trabajos é instalación de operarios, con escepción de los relativos á los cajones de aire comprimido que deben servir para las fundaciones.

---

## IV

## Provision de agua potable

En la memoria del Jefe de la sección de Hidráulica que viene á continuación se detalla todo lo hecho á este respecto.

### AGUA POTABLE

#### ESTUDIOS HECHOS Y OBRAS EN EJECUCIÓN

**Ideas generales**

En el abastecimiento de agua potable de las diversas ciudades de la República se han observado los últimos adelantos y conocimientos sobre esta materia, haciendo una distribución regular y abundante según las exigencias de cada ciudad, sin perder de vista y observando estrictamente lo que prescribe la higiene.

Se ha procurado en todos los estudios dar bastante presión en las cañerías con el objeto de utilizarlas para el riego de calles, jardines ó para en caso de incendio, salvo aquellas que no lo permitian.

Como base para determinar la cantidad de agua que necesita cada población, se ha estimado bastante la de 200 litros por cada habitante en 24 horas, y se ha calculado sobre un número mayor de habitantes que el que indica la última estadística para algunas ciudades; teniendo en cuenta sus adelantos y aumento rápido de población, se ha calculado hasta sobre el doble de lo que arroja el censo.

Los estanques y cañerías se han basado tambien en estos cálculos, observando que en las cañerías pase la cantidad de agua que se necesite con una velocidad que no suba de 1 metro por segundo, siendo el término medio de 0 m.50 á 0 m.60 por segundo. Como la velocidad puede aumentar hasta 2 metros por segundo en circunstancias de necesitarse más agua en el porvenir, puede la instalación actual satisfacerlo sin temor alguno.

Cuestión muy importante es la elección del agua para usarla como potable; de lo que paso á tratar con más detención.

El agua preferida en los estudios hechos ha sido, primero la de vertiente i en seguida la de los ríos. Muy sabido es que las de vertientes son las mejores para surtir de buena agua potable á las poblaciones; pero no por el solo hecho de ser de vertiente, se ha preferido esta agua para el abastecimiento y consumo de una población, sino que se ha tomado en cuenta el orígen de ella (cuestión muy importante para calificarla de buena ó mala), su situación geológica, es decir, los terrenos en que nace, calidad, sabor y propiedades del agua; como asímismo su caudal, en toda época; y además, que su cantidad sea suficiente para surtir la población. En las aguas de ríos se han observado las mismas reglas, teniendo el cuidado de tomarlas lo mas arriba posible, ántes de que reciban derrames ó desagües de poblaciones riberanas, salvo los casos en que no lo ha permitido la población, que, encontrándose con solo agua de río y recibiendo ésta derrames de otras poblaciones situadas más arri-

ba por la gran distancia que habia al tomar el agua ántes de la primera población, demandaría un costo excesivo que no compensaría la importancia de este sólo pueblo. En algunas ciudades en que se ha tomado agua de río, que en la época de los deshielos ó creces arrastran materias en suspensión y que es necesario aclararlas, no se ha usado filtros, por ser esto impracticable en el pais.

El cuidado de éstos es costoso y delicado; el menor descuido, la falta de limpieza hace que en el fondo se formen sustancias orgánicas que se descomponen; y la poca agua que pasaría sería de una mala calidad. Por otra parte, como consecuencia de esta falta de cuidado, una vez sucio el filtro, el agua pasa directamente al estanque, abandonando por completo á aquél.

Por la disposición de los estanques, tipos iguales que se han adoptado para todas las poblaciones, se consigue por decantación la claridad del agua; y la limpia de los estanques, como es muy sencilla efectuarla en poco tiempo, permite obtener siemqre buena agua.

Los estanques son completamente cerrados, sólo con unas aberturas para la limpia, con bóvedad de cal y ladrillo y cubiertos con tierra. De esta manera se consigue mantener un agua fresca y pura.

Se ha procurado también en lo posible conducir el agua desde la fuente misma, por cañería, hasta los estanques, obteniendo así en la población un agua que reuna todas las calidades que tiene en su orígen. No se ha adoptado el sistema de conducirla por alcantarillas abovedadas por ser un sistema malo, pues en estas alcantarillas se crian plantas i yerbas que dan lugar a la formación de sustancias orgánicas que, descomponiéndose, dan mal gusto al agua, desvirtuando sus calidades de potable.

Por otra parte, los entorpecimientos consiguientes al tiempo de proceder á la limpia y aseo de estas alcantarillas, ocasionan interrupciones en el abastecimiento del agua á la población.

Para hacer la distribución en el pueblo, se ha tomado muy en cuenta la mayor ó menor población en cada calle, sus establecimientos industriales, estación de ferrocarril, hospitales, cárceles, escuelas, estación nueva de los ferrocarriles en construcción, tomando en

aprobados por el Ministerio del Interior. Se pidieron propuestas y fué aceptada la de los señores Guerra y Castro, quienes aún no han dado principio á sus trabajos. El presupuesto asciende á 42,595 pesos 27 centavos y la propuesta es de 30,000 pesos.

*Putaendo.*—El agua de que se surtirá este pueblo es la del río del mismo nombre, tomada del canal de la Compañía, que pasa encima del Cerro del Campo de Marte, al lado de la población. La toma de este canal está como á 4 quilómetros del lugar de los estanques, y no recibe derrames ni hay posesiones en sus orillas. Esta distancia y su poco cimiento favorece la precipitación de las sustancias en suspensión, que trae el rio en la época de sus creces, llegando un agua más clara al lugar de donde se toma para surtir los estanques. El presupuesto asciende á 12,120 pesos 25 centavos; ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, y se piden propuestas actualmente.

*Quillota.*—Esta ciudad se surtirá de agua de las vertientes de Chanalata, situadas á orillas del rio Aconcagua. El agua que producen las vertientes tiene su orígen en las filtraciones del mismo rio en el lecho antiguo.

Como no ha habido otra agua para surtir á la población, se han hecho los estudios tomando ésta aunque no es de buena calidad.

El presupuesto asciende á 60,959 pesos 69 centavos y ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, pidiéndose actualmente propuestas.

*Limache y San Francisco de Limache.*—El agua para estas dos poblaciones es tomada del canal del Belloto, á cuya orilla se colocarán los estanques. La toma de este canal está un poco más arriba en el estero de Limache, en propiedad de don Ricardo Waddington. Es un agua clara, sin sabor ni olor. El estanque sirve á las dos poblaciones con una sóla cañería matriz que, pasando por Limache, distribuye la cantidad de agua necesaria á este pueblo; continúa con un diámetro menor hasta San Francisco. No hay otra agua más cerca para San Francisco, pues la del túnel de San Pedro es insufi-

Collipulli
San Javier de Loncomilla
Melipilla
Copiapó
Vallenar
Coquimbo
Serena
Ovalle
Puerto Montt
Osorno
La Unión
Valdivia
Ancud
Castro
Illapel
Combarbalá
Casablanca
La Ligua
Curicó

Ha habido necesidad de hacer estudios nuevos en Curicó, Los Andes y los Angeles. En Coronel la distribución de la cañería en la ciudad ha sido estudiada según un proyecto nuevo.

Trataremos de cada ciudad por separado.

*San Felipe.*—En esta ciudad hay distribución de cañería, pero siendo ésta mala, como igualmente los estanques, por su poca altura, hubo necesidad de hacer un servicio completamente nuevo, aprovechando la cañería existente en las partes que era conveniente.

*Agua.*—Esta es la del río Aconcagua, tomada del canal del pueblo que tiene su boca-toma en el puente del ferrocarril entre San Felipe y Curimón. Este canal, hasta el lugar de los estanques, no recibe derrames ni existe posesión alguna en sus orillas.

El rio Aconcagua en esa parte no recibe los derrames de los Andes y Curimón.

Los planos y presupuestos que dan todos los detalles, fueron

aprobados por el Ministerio del Interior. Se pidieron propuestas y fué aceptada la de los señores Guerra y Castro, quienes aún no han dado principio á sus trabajos. El presupuesto asciende á 42,595 pesos 27 centavos y la propuesta es de 30,000 pesos.

*Putaendo.*—El agua de que se surtirá este pueblo es la del río del mismo nombre, tomada del canal de la Compañía, que pasa encima del Cerro del Campo de Marte, al lado de la población. La toma de este canal está como á 4 quilómetros del lugar de los estanques, y no recibe derrames ni hay posesiones en sus orillas. Esta distancia y su poco cimiento favorece la precipitación de las sustancias en suspensión, que trae el rio en la época de sus creces, llegando un agua más clara al lugar de donde se toma para surtir los estanques. El presupuesto asciende á 12,120 pesos 25 centavos; ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, y se piden propuestas actualmente.

*Quillota.*—Esta ciudad se surtirá de agua de las vertientes de Chanalata, situadas á orillas del rio Aconcagua. El agua que producen las vertientes tiene su orígen en las filtraciones del mismo rio en el lecho antiguo.

Como no ha habido otra agua para surtir á la población, se han hecho los estudios tomando ésta aunque no es de buena calidad.

El presupuesto asciende á 60,959 pesos 69 centavos y ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, pidiéndose actualmente propuestas.

*Limache y San Francisco de Limache.*—El agua para estas dos poblaciones es tomada del canal del Belloto, á cuya orilla se colocarán los estanques. La toma de este canal está un poco más arriba en el estero de Limache, en propiedad de don Ricardo Waddington. Es un agua clara, sin sabor ni olor. El estanque sirve á las dos poblaciones con una sóla cañería matriz que, pasando por Limache, distribuye la cantidad de agua necesaria á este pueblo; continúa con un diámetro menor hasta San Francisco. No hay otra agua más cerca para San Francisco, pues la del túnel de San Pedro es insufi-

ciente. El presupuesto asciende á 95,956 pesos 40 centavos i fué aprobado por el Ministerio respectivo. Se aceptó la propuesta del señor Manuel Guzman por 33,786 pesos 57 centavos.

*San Bernardo.*—El agua para San Bernardo es una de las mejores. Es tomada de la cordillera en el cajon de Maipo, del estero el Canelo, formado por vertientes y deshielos. Es conducida por cañerías hasta el estanque, que quedará situado en propiedad del señor Vera á 31$^{m}$ sobre la Estación del Ferrocarril. El presupuesto asciende á 137,586 pesos 72 centavos y ha sido aprobado por el Ministerio. La propuesta aceptada fué la del señor Guillet por la suma de 39,450 pesos. Actualmente debe principiarse su ejecución.

*Rancagua.*—Para esta ciudad se ha tomado el agua del estero de Machalí, donde ya no existen posesiones; es un agua clara, bastante buena y está á una altura de 95 metros sobre la ciudad. Los estanques quedan colocados en el fundo Machalí, á una altura de 28 metros sobre la ciudad. El presupuesto asciende á $ 54,118.29 y ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, pidiéndose actualmente propuestas para su ejecución.

*Rengo.*—La cañería existente en esta ciudad será aprovechada para el nuevo proyecto en ejecución. El estanque existente, por ser chico y estar á poca altura sobre Rengo, no se aprovechará. El agua es tomada del canal del pueblo, más arriba de la última posesión, y el estanque queda situado al lado del molino de los Perros. La boca toma de este canal sale del río Claro. El presupuesto asciende á $ 30,387; fué aprobado por el Ministerio del Interior y actualmente está en ejecución. La propuesta aceptada asciende á y el contratista es el señor Sanchez.

*San Fernando.*—En esta ciudad existe distribución de aguas, como asimismo estanque. Este no se puede utilizar por estar en muy mal estado. La cañería existente se aprovechará para las partes que convenga para el nuevo proyecto. El agua será tomada de una vertiente artificial que se ejecutará á orillas del estero Antivero, en propiedad del señor Luis Leliva, quien al efecto cede el terreno. Se ha adoptado en esta ciudad este sistema por tener así un agua clara filtrada por cascajo, que es el terreno que ahí existe. El agua es

buena y ya reconocida en pozos que tiene el mismo señor Leliva para la bebida y usos industriales. El presupuesto asciende á $ 50,910.89 y ha sido aprobado por el Ministerio del Interior. Actualmente se piden las propuestas para la ejecución.

*Cauquenes.*—Esta es una de las ciudades en que más se hacía sentir la falta del agua. El agua es tomada en el punto denominado Paso de la Madera, afluente del río Tutuben, en la montaña; es una agua buena, muy clara y dulce; dista 17 kilómetros de la ciudad. Actualmente está en trabajo y es el que está más adelantado. El presupuesto asciende á $ 123,253.93 y fué aprobado por el Ministerio del Interior. La propuesta aceptada fué la del señor Fidel S. Merino por $ 29,100.

*Talcahuano.*—El agua para surtir esta población es de vertiente, en el cerro de propiedad del señor Eduardo Cornou. Es un agua clara y fresca, sin olor ni sabor. El estanque se colocará en la propiedad del señor Lopez. El presupuesto asciende a $ 17,427.04; fué aprobado por el Ministerio del Interior y actualmente se piden propuestas para la ejecución de la obra.

*Copiapó.*—En esa ciudad, que no tiene más agua que la del río del mismo nombre, se han estudiado dos proyectos: uno es tomando el agua del Pretil, y el otro del río Copiapó, en Potrero Seco. El primero, que está cerca de la ciudad, tiene agua de mala calidad. Son filtraciones del mismo río por un terreno salitroso, saliendo, por esto, el agua cargada de sales que le dan un sabor salado. Desde Copiapó para arriba existen varios establecimientos y poblaciones hasta Potrero Seco, que desaguan en el río.

El otro proyecto es tomando el agua del río, al lado arriba del establecimiento de Potrero Seco. Esta agua, aunque mala, es mejor que la del Pretil, y es el agua de que se surte el ferrocarril para el uso de las locomotoras, llevándola en carros-estanques desde Pabellon hasta Copiapó y Caldera. En el ferrocarril no usan el agua del Pretil. El presupuesto del primer proyecto asciende á $ 61,138.75 y el segundo á $ 221,000.00. En esta ciudad existe distribución tomando el agua del Pretil, que está actualmente obstruido, como también la

cañería. Se aprovechará parte de la cañería que está en buen estado y además los pilones. No ha sido aprobado.

*Vallenar.*—En esta ciudad sucede igual cosa que en la anterior. No hay otra fuente que el río Huasco, que es donde se toma el agua, Esta es regular y trae materia en suspensión. El presupuesto asciende a 32,729 pesos 34 centavos y no ha sido aprobado todavía.

*Coquimbo.*—Esta ciudad tiene su distribución de cañerías, estanques y filtros. El agua es tomada del canal del Guayacán. Los estanques están en buen estado y se ha dejado éste como así mismo la cañería existente, cambiando en algunas partes de la ciudad su diámetro; se ha proyectado colocar otra cañería matriz y nuevas cañerías en la ciudad. El presupuesto de la mejora de servicio es de 13,000 pesos 11 centavos. Ha sido aprobado por el Ministerio del Interior, y se ha aceptado la propuesta del Sr. Emilio Buzeta por 3,859 pesos 85 centavos.

*Serena.*—Existe en esta ciudad una distribución media y regular, estanque y cañerías, surtidora, de greda. El estanque, que es uno, hay que dividirlo en dos por un muro de separación, y hacer ciertas reparaciones en las partes malas de él. Hay tambien que reemplazar la cañería de greda por una de fierro y tomar el agua más arriba para tener un agua mejor que la actual. El agua que se toma ahora proviene de un canal que recibe los derrames y desagües del pueblo Algarrobito y el agua que se tomará segun el proyecto proviene del canal de Culcátán, que tiene su toma en el río Coquimbo, y no recibe los derrames de Algarrobito.

En la ciudad hay que cambiar la cañería matriz, colocar cañerías nuevas i reemplazar algunas de las existentes por cañerías de mayor diámetro. Todas las cañerías se aprovecharán en las partes convenientes de la población. El presupuesto de la mejora asciende à 92, 638 pesos 68 centavos y ha sido aprobado por el Ministerio del Interior y se ha aceptado la propuesta del Sr. Isidoro Lockling para la ejecución del trabajo en 23,456 pesos 41 centavos.

*Ovalle.*—En esta ciudad el agua es tomada del río Huamalata, que es buena y clara, en el puente del ferrocarril que se encuentra

ántes de llegar á Ovalle. El presupuesto asciende a 61,514 pesos 19 centavos y no ha sido aprobado todavía.

*Melipilla.*—Esta ciudad tomará el agua de la vertiente La Viña, que es buena y constante y completamente libre de toda impureza. No recibe derrames ni desagües, ni hay posesiones en las orillas. El presupuesto asciende á 113,618 pesos 40 centavos y no ha sido aprovado todavía.

*Curicó.*—Ha habido necesidad de hacer estudios nuevos aprovechando la cañería nueva que existe y sin colocar aun. El agua es tomada del canal del pueblo, que tiene su toma en el río Teno, que posee aguas claras y buenas.

El presupuesto asciende á 89,930 pesos 40 centavos.

*Los Andes.*—Igual á la anterior, aprovechando la cañería nueva y sin colocar, haciendo la distribución en la ciudad completamente nueva, como así mismo se ha variado el proyecto de estanques y filtros construyendo solamente los estanqnes. El agua es tomada del canal de El presupuesto de la mejora asciende á 49,090 pesos. Ha sido aprobado por el Ministerio del Interior y se está ejecutando la obra.

*Coronel.*—Esta está en trabajo y han colocado toda la cañería hasta el estanque. El agua es buena, de vertiente, muy clara y fresca. Ha habido necesidad de hacer los estudios de distribución de la cañería en la ciudad, porque no existía; de cambiar el cañon matriz (que según el proyecto saliendo del estanque llegaba á la plaza 21 de Mayo) por otro de mayor diámetro que fuera suficiente para darle agua á toda la ciudad.

El presupuesto de la mejora asciende á 12,790 pesos 42 centavos. El contratista que ejecuta la obra es el señor Andrés Wallace por la suma de 28,300 pesos, quien ejecutará la mejora en la suma de 2,763 pesos 59 centavos.

*Los Angeles.*—El proyecto que existía ha habido que cambiarlo y hacer nuevos estudios; el agua es de vertiente, buena y clara, en la hacienda de Santa Isabel.

*Linares.*—En esta el agua que surte los estanques es tomada del canal de Es la única ciudad que tiene poca presión. El

presupuesto asciende á 44,975 pesos 91 centavos. Ha sido aprobado por el Ministerio del Interior y se aceptó la propuesta del señor Nicanor Gonzalez por la suma de 33,218 pesos 48 centavos. Todavía no está en trabajo.

*San Javier de Loncomilla.*—El agua para esta población es tomada del estero de la Bomba. El presupuesto asciende á 25,283 pesos 29 centavos. Ha sido aprobado por el Ministerio del Interior.

*Chillán.*—En esta ciudad se ha hecho una mejora de servicio, construyendo estanques nuevos y cañerías matriz de mayor diámetro y distribución nueva en la población, aprovechando la cañería existente. El agua es tomada del canal del pueblo. El presupuesto asciende á 134,226 pesos. No ha sido aprobado.

*Tomé.*—En esta ciudad existe distribución de cañería, que estando en mal estado no se puede aprovechar para el proyecto. El agua que surtirá los estanques es la del río Tomé, tomada del punto donde no recibe derrames de ninguna clase. El presupuesto asciende á 40,423 pesos 25 centavos.

*Collipulli.*—El agua es tomada del estero de Pichi-callin. El presupuesto asciende á 668,904 pesos 97 centavos. Se le ha aprobado.

*Puerto Montt.*—En esta ciudad se ha colocado ya toda la cañería de distribución, quedando solamente para completar el servicio la cañería matriz y surtidora, y los estanques que quedan situados en el cerro del Molino. El presupuesto asciende á 15,360 pesos 54 centavos para los estanques.

*Osorno.*—Esta ciudad tendrá el agua que se encuentra en la hacienda del señor Wuderhold. Esta agua es de calidad regular y trae materias en suspensión. El presupuesto asciende á 85,139 pesos 12 centavos.

*Unión.*—El agua elegida para este pueblo es de una vertiente en la propiedad «Millicura» del señor Francisco Florin, y es de las mejores, siendo mui clara y fresca. El presupuesto asciende á 61,668 pesos 37 centavos.

*Valdivia.*—Para la provisión de esta ciudad se ha hallado agua de vertiente muy buena y abundante en el estero de Llancahue, en

propiedad municipal, distando siete quilómetros de la ciudad y teniendo bastante altura. El presupuesto asciende á 112,560 pesos 52 centavos.

Todos los proyectos mencionados han sido aprobados por el Consejo de la Dirección de Obras Públicas.

Santiago, Abril de 1890.

RAFAEL POTTIER.

---

V

## Obras fiscales de Valparaiso

Se detalla en la siguiente memoria pasada por el Director de esa oficina:

*Valparaiso, Enero 20 de 1890.*

SEÑOR DIRECTOR GENERAL.

Con el presente informe paso á dar cuenta á Ud. de los trabajos llevados á cabo por ésta Dirección desde el 28 de febrero de 1889, fecha de la última memoria, hasta el 31 de diciembre del mismo año.

### Aduana

#### MAQUINARIA HIDRÁULICA

Esta Dirección ha seguido atendiendo con la debida regularidad á las reparaciones solicitadas en la maquinaria hidráulica de los Almacenes y secciones de esplotación del Muelle de la Aduana, siendo los principales trabajos hechos como sigue:

1.º La colocación en dos calderos de los nuevos tubos encargados á Europa con éste objeto.

2.° Se hizo una compostura general de las cadenas de los ascensores de los Almacenes y pezcantes del Muelle.

3.° Habiendose adjudicado por el Supremo Gobierno á la Compañía Sud-Americana de vapores la compostura de las boyas y muertos del Muelle esta Dirección se encargó por su parte de la compostura de las cadenas y grilletes pertenecientes á las mencionadas boyas.

4.° Con motivo de haberse reventado uno de los cañones motriz de la maquinaria hidráulica, ésta Direcion procedió inmediatamente á su reparación, para evitar de ésta manera la paralización de los trabajos del Muelle y Almacenes.

5.° Se compuso la prensa estapa del acumulador y se tornearon las válvulas y demás piezas de bronce que se han necesitado para la conservación y compostura de los cabrestantes y ascensores.

6.° También se hicieron herramientas nuevas destinadas á limpiar los asientos de las válvulas de las bombas de la maquinaria.

### Muelle de la Aduana

Se concluyó de pintar este muelle, se colocó defensas en el puente destinado á la descarga de las carretas y se atendió á la reparación y conservación de los desvios y de la maquinaria en general.

### Cauces

Se ha limpiado y recorrido con regularidad los cauces destinados al desagüe de los terrenos de la Aduana ántes y durante el invierno.

### Techos

También se han recorrido y compuesto los techos de los almacenes.

### Galpón de avaluos

#### ADOQUINADO DE MADERA

Este trabajo se llevó á cabo en conformidad al decreto supremo

de fecha 8 de Abril de 1889, núm. 769 y consistió en el adoquinado con adoquines de madera creosotada del piso del mencionado galpón.

### Puerta-Callejón

Por decreto supremo de fecha 28 de Marzo de 1889, núm. 484 se autorizó la construcción y colocación de una puerta doble en el callejón que enfrenta á la máquina auxiliar de los almacenes. Este trabajo se ejecutó con la oportunidad debida.

### Departamentos de vistas.---Reparaciones

Estas reparaciones se hicieron en virtud de la autorización conferida por decreto supremo de fecha 26 de Diciembre de 1888, con el núm. 5,117 y consistieron en el arreglo interior de la mencionada oficina, como ser: abrir ventanas, arreglo de techos y pisos, hechura de rejas para los escritorios, pintura y empapelado.

### Cierro.---Patio---Aduana

El decreto de fecha 22 de Febrero de 1889, núm. 414 ordenó esta mejora, consistente en el cierro con planchas de hierro de parte del local ocupado por el despacho de playa, con el objeto de evitar la sustracción de las mercaderías.

### Galpón de avalnos.---Desvíos

Este trabajo se ha llevado acabo en vista de la autorización acordada por decreto supremo fecha 30 de Marzo de 1889, núm. 723 y consistió en la colocación de vías y tornamesa, tanto en el mencionado galpón, como en el patio del despacho forzoso.

### Oficinas de inspectores de cargas

REPARACIONES

Trabajos ejecutados con arreglo al decreto supremo del 20 de

Mayo de 1889, núm. 1,371 y consistió en el arreglo del techo, ventanas y puertas de la mencionada oficina.

### Almacenes.---Secciones.---Reparaciones

El decreto supremo de fecha 1.º de Abril de 1889, núm. 815 autorizó este trabajo, consistiendo en reparaciones hechas en las rejas interiores que subdividen las secciones de los mencionados almacenes.

### Almacenes.---Secciones.---Techos

Esta dirección fué autorizada por decreto de 14 de Julio de 1889, núm. 1,597 para proceder á la compostura de los techos de todos los almacenes, trabajo que se ejecutó oportunamente.

### Almacenes.--Secciones.--Rejas

El decreto supremo de fecha 24 de Junio de 1889, núm. 1,654 autorizó el trabajo hecho de subdividir los subterráneos de la 3.ª y 5.ª sección de los almacenes con reja de madera.

### Almacenes de pólvora.--Reparaciones

Las reparaciones hechas en estos almacenes situados en el «Alto del Puerto» han sido de alguna consideración y consistieron en la compostura de los techos, forrar con fierro la muralla que mira al norte y arreglo de puertas y ventanas. Este trabajo se autorizó por decreto de fecha 1.º de Julio de 1889, núm. 1,742

### Cañones

#### 1.ª SECCIÓN DE ALMACENES

Este trabajo consistió en el arreglo de los cañones de aguas-lluvias de la 1.ª sección de los almacenes y de su colocación por deba-

jo de la vereda para evitar qne desagüen sobre ella. El decreto supremo de fecha 14 de Julio de 1889 autorizó este gasto.

### Almacenes de combustibles.--Incendio

El 29 de Agosto de 1889 se incendiaron los mencionados almacenes y de acuerdo con las instrucciones recibidas de esa Dirección General, se procedió á su reparación, consistente en el retiro de los escombros y compostura de las murallas, techos y piso destruidos ó averiados por el incendio.

### Casa del Director del Muelle de la Aduana

Con arreglo al decreto supremo de 30 de Setiembre de 1889, núm. 603 se procedió a las reparaciones de la casa ocupada actualmente por el director de los trabajos ejecutados en el muelle, la que consistió en el arreglo de algunos pisos y en el empapelado y pintura de toda ella.

### Pescante.---Bote.--Salva-vidas

Con fecha 19 de Agosto de 1889 se espidió el decreto supremo núm. 1,218 que autoriza la colocación de dos pescantes para colgar botes salva-vidas que están á cargo de la gobernación marítima de este puerto. Estos pescantes se concluyeron y colocaron en el local designado, á principio del mes de Enero corriente.

### Galpón de despacho forzoso

Se ha hecho 274 ms.$^3$ 340 de mampostería de piedra para los cimientos y 37 ms.$^3$ 900 de ladrillo. También se han continuado las escavaciones y no queda que hacer sino la que corresponde á la muralla norte. Todo el trabajo de albañilería de este galpón se hace á contrata. El fierro necesario para los techos ha sido contratado asi mismo y se encargó la hechura de las columnas á una fundición de este puerto.

## Presupuestos y Planos

Los decretos supremos librados autorizando los trabajos egecutados que se mencionan, obedecen á otros tantos presupuestos formados por esta Dirección de órden de la Superintendencia de la Aduana.

También se han hecho los presupuestos que se detallan en seguida, y los cuales estan todavía pendientes por no haberse autorizado su ejecución.

| | | |
|---|---|---|
| 1.º Presupuesto para las reparaciones de la 1.ª sección de almacenes, ascendente a la cantidad de.. | $ | 3191 92 |
| 2.º Id. del costo de la hechura de rejas, divisiones en los almacenes situados frente á la 3.ª y 4.ª sección..... | | 690 25 |
| 3.º Id. del id. del adoquinado con piedra de la parte interior de los galpones de avalúos y de las puertas que dan acceso a los carretones..... | | 5170 55 |
| 4.º Id. del id. de componer cañería de aguas-lluvias en la sala de despacho forzoso..... | | |
| 5.º Id. del id. que tendrá las reparaciones de los altos del edificio ocupado actualmente por las oficinas del Resguardo de Valparaiso..... | | 3930 43 |
| 6.º Id. del id. que tendrá las reparaciones de los cañones de desagüe y renovacion de la pintura del edificio que ocupa la Contaduría de la Aduana de Valparaiso..... | | 2175 56 |
| 7.º Id. del id. del camino proyectado á Playa Ancha (desvío del camino actual)..... | | 100000 00 |
| 8.º Id. de id. de dos almacenes para depósito de parafina..... | | 36210 80 |
| 9.º Id. de id. de 6 almacenes para depósito de pólvora..... | | 31175 90 |

| | |
|---|---|
| 10. Id. de id. de un almacen para fósforo..... | 14300 00 |
| 11. Id. de id. de un galpón de avalúo, oficina y sala de surtidos..... | 125904 00 |
| 12. Id. de id. de colocación de vías y tornamesas en el local ocupado por la Aduana..... | 4000 00 |
| Suma..... | $ 347266 41 |

Algunos de los presupuestos anteriores han sido acompañados con sus respectivos planos.

### Estudios

Se han hecho los siguientes:

1.º De la manera más conveniente de dar salida á los carros destinados al trasporte de mercaderías de los muelles de Cabotage.

2.º De los planos y nivelaciones del cerro de «La Artillería y de los caminos que conducen a Playa Ancha y á la Escuela Naval.

3.º Estudio de la bahía de Valparaiso y planos de sondage de la misma.

4.º De la colocación de cañones en zanjas de ladrillo en los terrenos de la Aduana para la trasmición de la presión hidráulica con el fin de facilitar las reparaciones y conservación de los tubos de la maquinaria hidráulica.

5.º Preliminar de una dársena que se haría entre el estero de Jaime y el de Las Delicias.

### Malecón

#### DEFENSA DE RIELES

En el mes de Febrero del año de que se da cuenta en la presente Memoria se paralizó la colocación de la defensa con motivo de

la escasez absoluta que había de rieles y de la dificultad para obtenerlos de los Ferrocarriles del Estado en cantidad suficiente para llevar á cabo este trabajo en cierta extensión.

Sin embargo, para evitar pérdida de tiempo, esta Dirección ordenó se continuara con la preparación de jaulas para tenerlas listas una vez que se estimara conveniente continuar con la prolongación, y al efecto, se han aprovechado en este trabajo las paulatinas entregas de rieles que nos han hecho los mencionados Ferrocarriles.

Dada ya la órden de continuar con la prolongación hasta el estero de Jaime, se ha dado ya principio á este trabajo, el que será relativamente fácil y ligero, tomando en cuenta no haber sino que rellenar las jaulas que se necesitan para cubrir la distancia de 100 metros que hay desde el remate actual del malecón al mencionado estero.

Durante el mes de Mayo del año último un temporal hundió verticalmente tres jaulas colocadas ya, de las cuales dos se pudieron enderezar y nivelar, y la otra hubo que sacarla y aprovechar los rieles de que estaba formada.

Este acontecimiento viene á demostrar de una manera evidente la necesidad que hay de concluir esta clase de trabajos por completo antes de invierno, es decir, con relleno de piedra y teraplén que le sirva de defensa.

### RELLENO DE PIEDRA

Á principios del año de que se da cuenta se rellenaron con piedras todas las jaulas que se colocaron á fines del año 1888, en una extensión de 80 metros, más ó menos. Esta defensa entre el espacio comprendido entre la calle de Freire y la del General Cruz.

En el extremo este del malecón se hizo un pequeño tajamar de piedra, de 30 metros de largo, con el objeto de evitar que las olas durante el mal tiempo en invierno destruyesen los terraplenes que refuerzan la defensa.

### REFUERZO DE CONCRETO

El refuerzo de concreto Portland está terminado en todo el espacio comprendido entre la calle del Almendro y la de Rodríguez, es

decir, en una extensión de 1,126 metros con un cubo de 2,440.60 metros, lo que da un aumento de este refuerzo en 1889 de 364 metros de largo y de 672.$^{m3}$76 de concreto empleado. Esta Dirección hace cuanto está de su parte para concluir este refuerzo entre el espacio comprendido entre la calle del Almendro al Muelle de Pasajeros, antes que sobrevengan los primeros temporales del invierno. En la extensión que media entre la calle de Rodríguez y la del General Cruz se ha creído prudente por ahora suspender la hechura de estos refuerzos, en atención á que la construcción de los nuevos muelles de cabotaje traerá consigo cambio de detalle de importancia en aquella parte del malecón. Por la misma razón no se ha creído prudente rehacer los 21 metros corridos de refuerzos destruídos por el embate de las olas durante el temporal de 7 de mayo del 89.

Los daños causados por el mencionado temporal fueron puestos en conocimiento del Ministro respectivo por conducto del Ingeniero Director de estas obras, según nota de fecha 10 de Mayo del precitado año, núm. 1,929, y la cual reproduzco en extracto en esta Memoria tomando en cuenta que durante el año que ella comprende se han reparado casi todos los daños enumerados por ella.

Se desparramaron 900 metros cúbicos de terraplén colocados detrás de las jaulas.

En el cauce de Freire la fuerza de las olas deshizo 15 metros cúbicos de la albañilería y se perdieron dos planchas convexas. El cauce de Rodríguez también sufrió la pérdida de ocho metros cúbicos de aibañilería y de una plancha convexa.

Se destruyeron 21 metros corridos de la defensa de concreto en la parte recién puesta. Los terraplenes ubicados detrás del piso fueron socavados por el derrame de las olas que caen sobre el piso. La parte de estos terraplenes que más ha sufrido es la que media entre las calles de Freire y de Rodríguez, y la que representa unos 2,800 metros cúbicos cambiados de sitio.

La vía destinada á los trenes de lastre fue removida de su sitio y echada sobre la tercera vía de los ferrocarriles del Estado.

## BARANDA

La baranda de rieles que se acordó poner en toda la extensión del malecón para seguridad de los transeuntes y de los bultos de mercaderías, colocados en esa parte, queda concluída en una extensión de 1,173 metros corridos, lo que da un aumento en el largo de esta baranda durante el año de 1889 de 288 metros corridos.

Como la ejecución y continuación de esta baranda se hace conjuntamente con el refuerzo de concreto, ambas obras llegarán juntas á su término que será el muelle de pasajeros.

## ENTABLADO

El piso de madera que cubre el relleno de piedra de la defensa de rieles está concluído en una extensión de 1,162 metros corridos, ó sea en una superficie total de 6,158 metros cuadrados 60 centímetros.

Corresponde á lo hecho en esta parte durante el año 89, un largo de 400 metros corridos y uno de 2,196.20 metros cuadrados de la superficie. La conclusión de este piso hasta la calle del Almendro ha dado facilidades al comercio para colocar pescantes en casi toda la extensión comprendida entre la mencionada calle y la de Carrera, lo que viene á doblar las facilidades para el movimiento de carga en la explanada sobre las que existían en 1888.

Á pesar de las demoras y dificultades que ha habido para la entrega de rieles viejos, material indispensable para esta clase de trabajos, son satisfactorias las cifras apuntadas que indican el monto del trabajo hecho durante el año de que se da cuenta, tanto en el piso como en el resfuerzo de correcto y baranda.

## TERRAPLENES

Durante el año de que se da cuenta se rellenó la poza detrás de la defensa de rieles en la parte prolongada durante el año de 1888, ó sea en una estensión de 80 metros, siendo esta la comprendida entre las calles de Freire y la del General Cruz. También se conti-

nuó con el relleno en la playa, entre el estero de Jaime y la calle de Olivares, hasta que se recibió órden de suspender este trabajo por motivo de tener que hacerse sondages y otros estudios relativos á una dársena en proyecto que debería construirse en esa localidad.

El material usado en estos rellenos y para la formación de nuevos terrenos, se estrajo del Cerro de la Artillería.

La órden de paralizar el desmonte de este cerro, librada con motivo de los derrumbes que en esa fecha tuvieron lugar y que alarmaron á la autoridad y al vecindario, obligó á esta Dirección a paralizar estos trabajos desde el 7 de Agosto de 1889. Felizmente esta medida no perjudicó las obras que se hacían en el malecón por estar ya formado el terraplén detrás de la defensa y suspendido el relleno de la playa, frente á la calle del Olivar, por los motivos ya aducidos. En estos terraplenes se han empleado 52,400 metros cúbicos de desmonte del mencionado cerro de la Artillería, á lo cual deben agregarse considerables cantidades arrojadas por particulares y por la autoridad en aquella localidad.

En el trascurso del año 1890 deben formarse los terraplenes detrás de la prolongación de la defensa de rieles que deberá principiarse en el mes de Enero corriente, de acuerdo con las órdenes, y la que llegará, como ya he dicho, hasta el estero de Jaime, abarcando una extensión de 100 metros.

La conclusión de esta defensa ántes del invierno es de todo punto indispensable, puesto que sin ella la parte concluida del malecón quedaría expuesta á sufrir daños de consideración á causa del embote de las olas, así como los nuevos terrenos formados por la prolongación.

Además, concluido este trabajo imposibilitará la práctica, perjudicial á la salud pública, de arrojar á la playa aún no ocupada por el malecón, basuras y desperdicios provenientes del aseo de la ciudad.

Una vez concluído el malecón hasta el estero de Jaime deberá paralizarse esta obra hasta que la autoridad competente decida sobre si conviene ó nó á continuarlo hasta la estación del Barón.

Á los terrenos ya formados y aún sin enagenar no se les puede dar el nivel definitivo, por cuanto que si se construyese más tarde

en ellos edificios con subterráneos, los desmontes sobrantes de éstos, darían material suficiente para la nivelación de las calles.

TERRENOS

Los terrenos formados por el desmonte del cerro de la Artillería y por el malecón, todos de cargo á este último que deberán utilizarse en obras públicas ó venderse, son los siguientes:

1.º El formado al pie del mencionado cerro, mide poco más ó menos 12,000 metros cuadrados.

2.º Los formados en el malecón, como sigue:

| | | | Metros cuadrados |
|---|---|---|---|
| Manzana | número 5 | del plano respectivo | 1824.98 |
| " | 6 | " | 1797.85 |
| " | 7 | " | 3532.75 |
| " | 8 | " | 3257.42 |
| " | 9 | " | 3619.35 |
| " | 10 | " | 6075.00 |
| " | 11 | " | 2283.75 |
| " | 14 | " | 3967.59 |
| " | 18 | " | 3790.75 |
| " | 19 | " | 3413.21 |
| " | 20 | " | 3614.05 |
| " | 21 | " | 3273.75 |
| " | 22 | " | 5467.50 |
| " | 23 | " | 5075.00 |
| " | 24 | " | 2640.00 |
| " | 27 | " | 1952.00 |
| " | 28 | " | 2196.50 |
| " | 29 | " | 3619.38 |
| " | 30 | " | 2109.44 |
| " | 31 | " | 3215.40 |
| " | 32 | " | 3566.02 |
| " | 33 | " | 3686.34 |
| " | 34 | " | 3568.00 |
| " | 35 | " | 5091.97 |

| | Metros cuadrados |
|---|---|
| Manzana número 36 del plano respectivo | 4236.61 |
| " 37 " | 873.13 |
| Suma..... | 99,747.74 |

El terreno formado al pie del cerro de la Cordillera deberá destinarse al ensanche del local ocupado por la Aduana, y para desviar el camino del Membrillo. Este terreno está actualmente tapado en gran parte por derrumbes del mencionado cerro, los que serán necesario retirar y aprovechar en parte los terraplenes del malecón, pues, como ya he dicho, ese local deberá ocuparse por la Aduana, edificando en él y contribuir en alguna parte á la desviación del camino que conduce á Playa-Ancha y á la Escuela Naval.

La tierra proveniente de los mencionados derrumbes sube á 15 mil metros cúbicos más ó menos. La desviación de los caminos que conducen á Playa-Ancha y á la Escuela Naval exigirá la extracción y remoción de 280,000 metros cúbicos más; de manera que el total de metros cúbicos que debe estraerse aún de esa localidad, alcanza á 300,000 más ó menos.

En Julio de 1889 se demarcaron en el malecón las manzanas disponibles para su venta. Su enagenación no ha sido autorizada aún con motivo de tenerse que hacer algunos cambios en las dimensiones de la manzana núm. 9 y también por el inconveniente que presenta el atravieso de las líneas de los ferrocarriles del Estado por los sitios que se componen la manzana núm. 14.

Una vez arreglados los detalles de los muelles de cabotage y construída la nueva estación de Bellavista en la Esplanada, desaparecerán los inconvenientes apuntados y se podrá proceder á la subasta de los nuevos terrenos.

## CAUCES

Durante el año de que se da cuenta, se concluyeron los cauces que atraviesan los sitios números 6, 18 y 30 del plano respectivo.

Además se hicieron 202 metros de largo en el cauce de dos brazos que pasa contíguo á la estación de Bellavista, y 152 metros de largo en el que enfrenta á la calle de Freire.

EMPLANTILLADO

Este trabajo se ha hecho con piedra proporcionada por los ferrocarriles del Estado y estraída de las canteras del Barón, consiste en el empedrado de la parte comprendida entre el entablado del malecón y las líneas de los ferrocarriles del Estado.

El trabajo hecho en este sentido sube á.....metros.

EMPEDRADO

Tan pronto como se coloquen definitivamente las vías férreas en el espacio comprendido entre la estación proyectada de Bellavista y la del Puerto, deberá empedrarse la esplanada en todo su trayecto.

Dios guarde á Ud.

RAPHAEL POTTIER.

---

En cuanto á los trabajos y estudios ejecutados por las demás secciones de esta oficina me refiero á los informes de los jefes respectivos que van á continuación.

Dios guarde á US.

JUSTINIANO SOTOMAYOR

Santiago, Julio 1.º de 1890

# PUENTES

## MEMORIA

DE LOS TRABAJOS HECHOS POR LA SECCIÓN DE PUENTES DURANTE EL AÑO DE 1889 Y PRIMER SEMESTRE DE 1890

---

I

### Introducción

Desde el 1.º hasta el 31 de Enero de 1889, fecha en que se creó la Sub-Sección de Puentes, los trabajos de este género consistían solamente en la confección de algunos proyectos encomendados por la Dirección General de Obras Públicas.

El único trabajo que se encontraba en vía de ejecución, era el puente rígido suspendido sobre el río Choapa, que había sido iniciado el 15 de Diciembre del 88.

Desde que el Supremo Gobierno creó la Sub-Sección de Puentes, por el decreto á que he hecho referencia, las primeras medidas que se imponían por el carácter de urgencia, consistieron en revisar y reparar los puentes ya existentes, nombrándose con dicho objeto una segunda cuadrilla reparadora, por decreto de 9 de Fefrero de 1889, compuesta como sigue: don Marco S. Paredes, jefe; don Jenaro Ibáñez y don Santos Sepúlveda, carpinteros. Dotada esta cuadrilla, como asimismo la ya existente, á cargo de don Ramón 2.º Martínez, de los útiles y herramientas para su movilización, se le encomendaron los puentes construídos, dividiéndolos en dos secciones: una de

Talca al norte, á cargo del señor Paredes, y la otra de Talca al sur á cargo del señor Martínez.

Los trabajos llevados á cabo por estas cuadrillas de pontoneros se encuentran con todo detalle en el cuadro que más adelante le adjunto.

Cumplida esta primera necesidad que reclamaban las obras ya construídas, concreté por una parte mi atención á organizar el personal de conductores de puentes, encargados de las construcciones de las numerosas obras que el Ministerio había decretado y autorizado su ejecución á la Dirección General de Obras Públicas. Por decreto supremo de 9 de Febrero de 1889, se hizo el nombramiento de los conductores siguientes.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Don | Ramón Maturana..... | 1.ª clase | $ | 150 |
| " | Liborio Letelier..... | " " | " | 150 |
| " | Julio Guzmán..... | " " | " | 150 |
| " | Manuel Calderón..... | 2.ª clase | " | 100 |
| " | José Tomás Fuentes..... | " " | " | 100 |
| " | Eliseo Jara..... | " " | " | 100 |

No me quedaba por el momento otra necesidad por satisfacer que la de organizar la oficina dotándola del personal necesario para la confección de los numerosos proyectos, para el estudio de los tipos más convenientes y económicos, ya del carácter definitivo ó ya del carácter provisorio, para la tramitación en la nueva oficina y para la inspección de los trabajos recién iniciados. Con tal objeto solicité los ingenieros y dibujantes que creía necesario para hacer el buen servicio, lo que obtuve con algunos ingenieron chilenos y otros extranjeros contratados por la Dirección de Obras Públicas.

Normalizada la marcha de esta oficina, ha quedado con el siguiente personal:

| | |
|---|---|
| Valeriano Guzmán ..... | Sub-jefe. |
| Macario Sierralta..... | Supernumerario. |
| Guillermo Otten..... | Id. |
| León Destabeau..... | Id. |

| | |
|---|---|
| Justo Lardinois..... | Id. |
| Luis Lagarrigue..... | Ingeniero 1.º |
| Manuel A. Rojas..... | Id. 2.º |
| Luis Riso Patrón..... | Id. aspirante. |
| José Huart..... | Conductor. |
| Estanislao Pardo Duval..... | Dibujante 1.º |
| Juan Volberto Stolle..... | Id. 2.º |
| Santiago Martínez..... | Id. " |
| Fernando 2.º Cabrera..... | Id. " |
| Onofre Lindsay..... | Id. " |
| Daniel Zamudio..... | Id. " |
| Roberto S. Zaldívar..... | Encargado de la remisión de materiales. |
| José Herrera Cordero..... | Escribiente. |
| Pedro Muñoz..... | Portero. |

## II

### Provisión de los materiales

Organizadas definitivamente seis faenas constructoras á cargo de conductores, fué preciso proveerse de los materiales necesarios para la ejecución de los puentes. Al efecto, como era de costumbre, contraté las maderas en las barracas de Concepción, Coigüe y Mininco y la ferretería en las fábricas de Santiago y Valparaíso.

Observaré nuevamente, como lo hice en la Memoria del año próximo pasado, que respecto de la provisión del fierro dulce y de fundición, no hay ningún inconveniente en continuar haciéndolo como se ha acostumbrado, pues se ha obtenido siempre puntualidad, exactitud en los medios y buena calidad, en general, en estos materiales.

Respecto de las maderas, no ha sido posible obtenerlas en condiciones necesarias para colocarlas en obras. Elaboradas en las barracas, inmediamente después de cortadas en la montaña, sólo se ha obtenido maderas húmedas muy distante del grado de sequedad indispensable para su empleo. Este defecto ha sido necesario tomarlo muy en cuenta en las construcciones mismas, ya sea por la contrac-

ción que experimentan, como al tiempo de pintarla dándoles el mayor tiempo posible para que eliminen el agua que contienen.

Sería, pues, muy eficaz y conveniente obtener el material de madera conforme á ciertas dimensiones, depositarlas al abrigo de la intemperie durante un año por lo menos antes de su empleo. Sólo así nos evitaríamos las deformaciones consiguientes resultantes de este defecto, por lo menos en parte, pues, por lo que hace al roble, por mucho tiempo que trascurra, se obtiene una sequedad imperfecta.

Respecto del pino oregón, haré presente la conveniencia de obtenerlo en grandes partidas encargándolo directamente á Estados Unidos y conforme á las dimensiones más usuales que se anotan en los tipos de puentes que emplean este material.

## III

### Mejoras en las fundaciones

Las creces de nuestros ríos en los años 87 y 88, manifestaron con toda evidencia los defectos de que adolecían algunos puentes carreteros, en las fundaciones. Tres de estos fueron arrastrados por las aguas por el solo hecho de no alcanzar las fundaciones el límite de la capa socavable ó del dominio de la corriente.

En general, estos desastres eran debidos á las insuficiencias de las fundaciones y algunas veces la posición demasiado baja del tablero respecto al nivel de aguas altas, acarreaba la destrucción de la obra.

En la redacción de los proyectos vigilamos con esmero que la superstuctura del puente se encuentre completamente al abrigo de las creces extraordinarias.

La cuestión tan importante de las fundaciones ha sido objeto de serias mejoras.

Generalmente, las cepas son contruídas con pilotes de doble riel, las cuales han recibido importantes mejoras por el tipo del riel usado de que se ha dispuesto últimamente y en la construcción del pilote. Respecto de la penetración, en algunos puentes tiene una profundidad muy reducida; por otra parte, se nota en las primeras obras una

tendencia muy marcada á estrechar el lecho del río en el lugar del puente, con el objeto de reducir la longitud de éste. En la época de las creces, la velocidad excesiva de las aguas producida por la reducción de la desembocadura en dicho lugar, debía minar profundamente el lecho del río y producir una rápida destrucción de las fundaciones ya insuficientes del puente. Sus cepas compuestas de una simple fila de rieles, perdían bien pronto su estabilidad.

De ahí nació la necesidad de llevar las fundaciones más allá de los socavamientos producidos en el lecho del río. Examinamos igualmente con cuidado la desembocadura que es necesario dar á las aguas, para poder evacuar convenientemente fuertes creces y, en fin, damos á las pilas y á las cepas las resistencias necesarias para contrarrestar el efecto de las corrientes violentas.

Las cepas compuestas de una sola fila de pilotes se han conservado para ciertos puentes que se encuentran en condiciones suficientemente favorables bajo el punto de vista de la resistencia del terreno y del régimen de la corriente, así como para las obras que tienen un carácter esencialmente provisorio. Pero tratándose de puentes definitivos, establecidos sobre ríos torrenciales y en los cuales las socavaciones del lecho son profundas, nos ha parecido indispensable componer la cepa de una doble fila de pilotes, en que todas las piezas sean solidarias. A veces, cuando se trata de puentes definitivos, para no cambiar el sistema en vigor, hemos contruído las cepas como pilas metálicas de 4 á 5 cinco metros de altura. En fin, ciertos puentes provisorios son provistos de pilas definitivas en vista de las obras que más tarde se puedan ejecutar.

En lo que concierne á las fundaciones, propiamente dichas, el servicio técnico se encuentra en la imposibilidad de hacer todo lo que sería de desear. El modo de fundación dependiendo esencialmente de la naturaleza del subsuelo, es necesario que de antemano una serie de sondajes hayan manifestado al ingeniero todo lo relativo á este punto. Actualmente la oficina de mi cargo no posee ningún instrumento de sondaje.

El conocimiento exacto de la naturaleza del subsuelo adquiere una importancia capital para puentes de viga continua, pero, para que

este sistema sea recomendable, es preciso que haya seguridad que el terreno de fundación no ceda ni experimente depresiones. Un abajamiento de algunos centímetros debajo de las pilas produciría una fuerte alteración en las tensiones de las diversas partes del puente. Bajo todas estas relaciones es, pues, indispensable que antes de la confección de los proyectos se ejecuten los sondajes convenientes en el lugar de los puentes. Solo entonces será posible estudiar la cuestión fundaciones con toda la atención que ella merece.

## IV

### Mejora de la superstructura

Así como en las fundaciones, se han introducido en la superstructura importantes modificaciones.

De un modo general, estas mejoras han sido hechas en las viguetas y en las longuerinas, demasiado débiles para resistir á la carga de prueba de 11 toneladas, prescrita por el cuaderno de cargas. Las dimensiones de estas piezas han sido aumentadas en los proyectos ejecutados por esta oficina. Respecto de las vigas maestras se ha reconocido que presentan en general una resistencia suficiente, pero dejaba mucho que desear bajo el punto de vista de los ensambles. Ha sido preciso introducir una serie de modificaciones de detalles para salvar todos estos defectos.

El sistema de vigas empleado con más frecuencia es el de montantes alargados y diagonales comprimidos, siendo los primeros de madera ó de fierro, teniendo sí, para este segundo caso la viga de Howe. La facilidad del montaje y de las reparaciones, el aspecto ligero de la obra, la economía, son otras tantas ventajas que nos han decidido á adoptar este tipo de viga, en el cual hemos usado el material de roble y el de pino para componer las soleras, que debían resistir á los esfuerzos de flexión.

Para los puentes definitivos de fierro hemos adoptado con preferencia la viga Monié simple y algunas veces la de enrejado, convinándolo con viguetas de madera para optener un tipo económico. Para llegar á este resultado se han hecho comparaciones entre los

diversos sistemas que son de más uso. Otro medio de reducir para ciertos puentes el costo de la construcción es el siguiente: es inadmisible que para un gran número de vías secundarias de Chile, ó para caminos muy accidentados circule la carga prescrita (11 toneladas). Nos parece, pues, que los puentes destinados á dar pasaje á caminos de este género, debían ser calculados para cargas de ocho toneladas como máximo.

## V

### Puentes para Ferrocarriles

Además de los puentes para vía ordinaria, se viene ocupando esta oficina de una serie de proyectos de puentes metálicos para la línea del ferrocarril de Parral á Cauquenes.

Hemos tomado como base de los cálculos las cargas admitidas por la Dirección de los Ferrocarriles del Estado y como tipo de vigas, la contínua, colocando la vía superior, siempre que sea posible, produciendo una economía notable de material.

## VI

### Resúmen general de las obras

Acompaño á Ud. una serie de cuadros de las puentes construídos y reparados durante el año 89 y primer semestre del 90.

En cada uno de estos cuadros se indican solamente los datos generales de cada obra, por encontrarse de un modo detallado en los estados mensuales que envía esta Sub-Sección á la Dirección desde Mayo del año 1889.

A continuación, en el párrafo VII, se servirá encontrar en forma de cuadro una nómina de los trabajos ejecutados en la oficina, por el personal de empleados de esta Sección durante el año 1889 y primer semestre de 1890. En general, según la organización dada á esta oficina, cada proyecto requiere el concurso de varios empleados, y comprende como es natural las diversas operaciones: datos topográficos de las localidades é importancia general de la obra, elección del tipo más conveniente y económico; formación del proyecto y del presupuesto, y por fin, dibujo y calco de una escala conveniente.

## CUADRO NÚM. 1

# PUENTES CONSTRUÍDOS EN 1889

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | LONGITUD EN METROS | PRESUPUESTO | INVERTIDO | INICIADO | TERMINADO | CONDUCTOR RESIDENTE | INGENIERO INSPECTOR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $ | $ | | | | |
| 1 | **Choapa,** camino de los Vilos á Illapel | 40 | 8,629.90 | 8,628.49 | 15 Dicbre 1888 | 1.° Mayo 1889 | Ramón Maturana | Juan A. Cabrera. |
| 2 | **Encon,** camino de San Felipe á Putaendo | 36 | 4,648.36 | 4,503.47 | 3 Abril 1889 | 20 Julio ,, | Manuel Calderón. | Juan A. Cabrera. |
| 3 | **Claro,** camino de Tinguiririca á la Cordillera | 48 | 6,529.60 | 6,522.69 | 10 Marzo ,, | 10 ,, ,, | Luis Herbaj | Juan A. Cabrera. |
| 4 | **Chimbarongo,** en Cunaco | 42 | 6,457,70 | 6,409.64 | 15 Febre. ,, | 18 ,, ,, | José F. Fuentes | Macario Sierralta |
| 5 | **Volcán,** camino de San José de Maipo á la Argentina | 22 | 2,007.73 | 1,971.01 | 15 ,, ,, | 1.° Junio ,, | Eliseo Jara | Luis Lagarrigue. |
| 6 | **Diguillín,** camino de Chillán á los Angeles | 63 | 2,580.00 | 2,602.00 | 15 Nobre. 1888 | 10 Marzo ,, | Julio Guzmán | Macario Sierralta |
| 7 | **Puchacay,** en Concepción | 19.60 | 1,500.00 | 1,517.00 | 15 Enero 1889 | 5 Julio ,, | José A. Zúñiga | José A. Zúñiga. |
| 8 | **Las Toscas,** en la población de Chillán | 18 | 1,532.12 | 1,516.52 | 20 Mayo ,, | 31 ,, ,, | Ramón Maturana | Macario Sierralta |
| 9 | **Los Cardos** (2 puentes) camino de San Carlos á Parral | 16 | 988.00 | 988.00 | 15 Julio ,, | 2 Agosto ,, | Ramón Martínez. | Luis Lagarrigue. |
| 10 | **La Vega,** camino de San Carlos á Parral | 12 | 988.00 | 988.00 | 15 ,, ,, | 2 ,, ,, | Ramón Martínez. | Luis Lagarrigue. |
| 11 | **Tomé,** en la ciudad de Tomé | 10 | 1,094.84 | 1,092.95 | 1.° Sepbe. ,, | 25 Sepbe. ,, | Manuel Calderón. | Macario Sierralta |
| 12 | **Piduco,** en la ciudad de Talca | 60 | 13,699.51 | 13,692.95 | 20 Abril ,, | 1.° Nobre. ,, | Liborio Letelier | Macario Sierralta |
| 13 | **Cato.** camino de Chillán á la Montaña | 96 | 12,016.02 | 12,014.85 | 10 Marzo ,, | 6 ,, ,, | Ramón Maturana | Macario Sierralta |
| 14 | **Quino,** en el vado de Chufquén | 30 | 3,419.84 | 3,419.84 | 15 ,, ,, | 5 Octbre ,, | contratista E. Guzman Javier O. Arrieta | Javier O. Arrieta |
| 15 | **Chillán,** entre villa de Pinto y Coihueco | 36 | 3,445.35 | 3,445.42 | 12 Agosto ,, | 26 ,, ,, | Ramón Maturana | Juan A. Cabrera. |
| 16 | **Los Calvos,** en Nancagua | 8 | 1,000.00 | 998.82 | 14 Julio ,, | 24 ,, ,, | José F. Fuentes | Macario Sierralta |
| 17 | **Las Piedras,** en Nancagua | 8 | 1,000.00 | 998.82 | 14 ,, ,, | 24 ,, ,, | José F. Fuentes | Macario Sierralta |
| 18 | **Dañicalqui,** camino de Yungay á Itata | 18 | 1,509.96 | 1,508.00 | 20 Octbre ,, | 30 Dicbre ,, | Manuel Calderón. | León Destabeau. |

## CUADRO NÚM. 2

# PUENTES REPARADOS EN 1889

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | INVERTIDO | INSPECTOR REPARADOR | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Claro,** camino de Molina á Talca..... | $ 9,536.80 | Roberto Zaldívar... | Se prolongó 45 ms., le levantó los terraplenes y se hizo un botador. |
| 2 | **Trapiche,** en San Javier de Loncomilla..... | 750.45 | Marco S. Paredes.... | Se alzaprimó y arregló el envigado y la cubierta. |
| 3 | **Maipo,** en los Morros..... | 15,874.98 | Liborio Letelier..... | Se colocaron 6 machones y se arregló baranda y superstructura completa. |
| 4 | **Maipo,** en Melipilla..... | 7,811.78 | Eliseo Jara..... | Se construyó 72 mts. de puente y una defensa del lado de Chocalán. |
| 5 | **Vergaran,** en Nacimiento..... | 1,166.67 | Marco S. Paredes.... | Se construyó 26 metros de puente y se arregló lo restante. |
| 6 | **Aconcagua,** en Los Andes..... | 18,000.00 | **Contratista J. M. Fonsea e inspector A. Pareda** | Se construyó 2 pretiles, un machón de concreto, una barrera transversal y se arregló el puente y los terraplenes. |
| 7 | **Tinguiririca,** en el Huique..... | 784.15 | Marco S. Paredes.... | Se reforzó con pilotes de rieles todos los machones del puente y se apretó ferretería. |
| 8 | **Curipeumo** | | | |
| 9 | **Titinvilo...** camino de Parral á Cauquenes. | 710.00 | Ramón Martínez..... | Se arreglaron sus terraplenes y se compuso las cubiertas. |
| 10 | **Unicaven.** | | | |
| 11 | **Diguillín,** cerca de San Ignacio..... | 43.00 | Ramón Martínez..... | Se apretó la ferretería y tirantes y se compuso una parte de la cubierta. |
| 12 | **Calera** ..... | 2,400.00 | Marco S. Paredes.... | Se desarmó completamente. |
| 13 | **Pudagüel** (laguna)..... | 267.60 | Marco S. Paredes.... | Se puso segundo entablado después de arreglado el puente existente. |
| 14 | **Pudagüel** (sobre el río Mapocho)..... | 225.00 | Marco S. Paredes.... | Se puso segundo entablado después de arreglado el puente existente. |
| 15 | **Tapihue,** en Casablanca..... | 141.20 | Marco S. Paredes.... | Se arregló los estribos y entablados. |
| 16 | **Loncomilla** (estero) en San Javier..... | 90.20 | Marco S. Paredes.... | Se arregló la superstructura poniendo además segundo entablado. |

# CUADRO NUM. 3

# PUENTES CONSTRUÍDOS

## Primer Semestre de 1890

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | LONGITUD EN METROS | PRESUPUESTO | INVERTIDO | INICIADO | TERMINADO | CONDUCTOR RESIDENTE | INGENIERO INSPECTOR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $ cts. | $ cts. | | | | |
| 1 | **Trilaleo,** camino de Yungay á Itata | 18 | 1,509.96 | 1,508.00 | 30 Nobre. 1889 | 12 Febre. 1890 | Manuel Calderón. | León Destabeau. |
| 2 | **Diguillín,** en el vado Zapallar | 37.50 | 8,921.61 | 8,920.72 | 15 Agosto ,, | 27 Enero ,, | Julio Guzmán..... | León Destabeau. |
| 3 | **Huasco en Vallenar,** calle de la Libertad | 36 | 5,857.27 | 5,830.36 | 15 Octbre ,, | 29 ,, ,, | Agustín Pereda... | Juan A. Cabrera. |
| 4 | **Puangue,** en Melipilla | 78 | 12,003.00 | 11,945.05 | 25 ,, ,, | 20 Marzo ,, | Eliseo Jara..... | Macario Sierralta |
| 5 | **Santo Domingo,** en Valdivia | 40 | 2,700.00 | 2,693.13 | 15 Enero 1890 | 22 ,, ,, | José F. Fuentes.. | Macario Sierralta |
| 6 | Purén, en Traiguén | 36 | 2,356.79 | 2,347.14 | 20 Febre. ,, | 14 Junio ,, | Ramón Maturana | Guillermo Otten |
| 7 | Pichilumaco, en Lumaco | 30 | 2,152.79 | 2,146.00 | 30 Enero ,, | 30 Abril ,, | Ilarión Marín..... | Guillermo Otten |
| 8 | Angostura, en Hospital | 80 | 8,357.90 | 8,323.97 | 10 Febre. ,, | 14 Junio ,, | Julio Guzmán..... | Macario Sierralta |
| 9 | Nuevo, en Parral | 17 | 864.76 | 867.76 | 1.° Mayo ,, | 30 Mayo ,, | R. 2.° Martínez.. | Luis Lagarrigue. |
| 10 | Viejo, en Parral | 18 | 1,113.15 | 1,113.15 | 1.° Junio ,, | 28 Junio ,, | R. 2.° Martínez.. | Luis Lagarrigue. |
| 11 | Quilmo, camino de Chillán á Yungay | 37 | 1,400.00 | 1,400.00 | 1.° Abril ,, | 2 Mayo ,, | Agustín Pereda... | León Destabeau. |
| 12 | **Pontón núm. 1.** camino de Chillán á Yungay | 4 | 200.00 | 200.00 | 10 Marzo ,, | 15 Abril ,, | Agustín Pereda... | León Destabeau. |
| 13 | **Pontón núm. 2.** camino de Chillán á Yungay | 6 | 300.00 | 300.00 | 10 ,, ,, | 15 ,, ,, | Agustín Pereda... | León Destabeau. |
| 14 | **Pontón núm. 3.** camino de Chillán á Yungay | 6 | 300.00 | 300,00 | 10 ,, ,, | 15 ,, ,, | Agustín Pereda.. | León Destabeau. |
| 15 | **Pontón núm. 4.** camino de Chillán á Yungay | 6 | 300.00 | 300.00 | 10 ,, ,, | 15 ,, ,, | Agustín Pereda... | León Destabeau. |
| 16 | **Yollinco,** camino de Chillán á Yungay | 9 | 148.16 | 148.16 | 1.° Abril ,, | 25 Abril ,, | Agustín Pereda.. | León Destabeau. |

# CUADRO NUM. 4

# PUENTES REPARADOS

## Primer Semestre de 1890

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | INVERTIDO | INSPECTOR REPARADOR | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **Paine,** cerca del Hospital..... | $ 100.85 | Marco S. Paredes... | Se ha arreglado y completado la superstructura y terraplenes de acceso. |
| 2 | **Mininco,** camino de Mininco á Mulchén.... | 144.55 | Alejandro Cabello... | Se afianzaron las cepas y alas. Se arregló el entablado, se hizo de nuevo toda la baranda y se acomodaron todos los terraplenes. |
| 3 | **Huequén,** en Angol..... | 20.95 | Alejandro Cabello... | Se arregló amarras de las cepas y parte de la superstructura. |
| 4 | **Corriente,** en Angol..... | 113.80 | Alejandro Cabello.. | Se hizo de nuevo un estribo. Se arregló completamente superstructura y se reforzaron los machones. |
| 5 | **Traiguén**..... | 68.15 | Alejandro Cabello... | Se alzaprimó el tramo sur. Se colocaron cuatro pilotes y se arregló toda la enmaderación de la superstructura. |
| 6 | **Claro,** en Yumbel..... ..... | 700.00 | Ramón 2.° Martínez. | Se reconstruyeron 27 metros y se alargó el puente en 18 metros. Se construyó el estribo oriente y una barrera de 195 ms. de longitud. |
| 7 | **Litre,** camino de la Calera á la Ligua..... | 435.20 | Marco S. Paredes... | Se arregló el piso existente y se puso un segundo entablado. Se acomodaron los terraplenes de acceso. |
| 8 | **Maipo,** en Melipilla..... | 1,340.00 | Liborio Letelier.... | Se arregló el entablado superior, los guarda-ruedas y terraplenes. Se apretó la ferretería y se le quitó la flexión que tenían 4 tramos de puente. |
| 9 | **Quino,** en Quino..... | 278.94 | Alejandro Cabello.. | Se apretó y mudó parte de la ferretería. Se arreglaron las amarras horizontales y diagonales alargándolas. Se acomodó la cubierta y terraplenes. |
| 10 | **Nahuelco,** (3 puentes) de Purén á Contulmo. | 832.00 | Ramón Maturana.... | Contratados por Mendoza y Ríos.—Lo principalmente hecho ha consistido en los terraplenes de acceso. |
| 11 | **Pontón núm. 7,** camino de Yungay á Chillán. | 58.61 | Agustín Pereda..... | Se han arreglado 10 pilotes y varias piezas de la superstuctura. |
| 12 | **Puente Nuevo Traiguén,** en Traiguén..... | 68.15 | Ramón Maturana.... | Arreglada la ferretería y algunas piezas de madera. |

## CONTINUACIÓN DEL CUADRO NÚM. 4

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | INVERTIDO | CONDUCTOR REPARADOR | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| 13 | **Salto,** camino de Traiguén á Quillén..... | $ 264.60 | Ramón Maturana.... | Se levantó el piso cambiándole 296 tablones. Se arreglaron las cepas y terraplén norte de acceso. |
| 14 | **Aconcagua,** en los Andes..... | 1,582.80 | Marco S. Paredes... | Se mudó parte del entablado inferior y todo el superior. |
| 15 | **Las Piedras,** de Nancagua á San Fernando. | 9.60 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería y se cambió un guarda-ruedas. |
| 16 | **Los Calvos,** de Nancagua á Puquillay..... | 10.00 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería y se arreglaron los terraplenes. |
| 17 | **Estero Chimbarongo,** de Cunaco á Santa Cruz. | 11.60 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería y se puso lastre sobre la vía. |
| 18 | **Quiribilo,** de Palmilla á Santa Cruz..... | 4.80 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería. |
| 19 | **Claro del Tinguiririca,** de Tinguiririca á la cordillera. | 12.00 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería. |
| 20 | **Huaiquillo,** (tres puentes), camino de Curicó á la cordillera. | 9.20 | Marco S. Paredes.... | Se apretó ferretería y se arregló entablado. |
| 21 | **Lonquén,** de Quirihue á San Carlos..... | 230.00 | Ramón 2.° Martínez. | Se mudó una parte del piso. Se alzaprimó el tramo central. Se apretó la ferretería. Se arreglaron los terraplenes y se alquitranó el puente. |
| 22 | **Changaral,** de Quirihue á San Carlos..... | 87.00 | Ramón 2.° Martínez. | Se cambiaron 25 tablones del piso y se arregló el estribo poniente. |
| 23 | **Belquico,** de Quirihue á San Carlos..... | 67.00 | Ramón 2.° Martínez. | Se cambiaron 25 tablones del piso y se arregló el estribo poniente. |
| 24 | **Tinguiririca,** de Huique á Palmilla..... | 865.46 | Marco S. Paredes... | Se alzaprimó y reforzó con tirantes y pendolones, se apretó la ferretería. |
| 25 | **Chanco,** de Quillén á Traiguén..... | 436.29 | Hilarión Marín..... | Se construyeron dos cepas. Se colocaron amarras horizontales y diagonales. Se mudaron 100 tablones en la cubierta. |
| 26 | **Quillén,** en Quillén..... | 907.48 | Hilarión Marín..... | Puede decirse que se reconstruyó en su totalidad; su longitud es de 80 metros. |
| 27 | **Claro,** de Molina á Talca..... | 255.63 | Eliseo Jara..... | Se alzaprimó 5 tramos. Se arreglaron las crucetas, baranda y entablado. Se apretó la ferretería. |
| 28 | **Punta Cortés,** de Rancagua á Doñigüe..... | 316.60 | Marco S. Paredes.... | Se cambió completamente los dos entablados. Se apretó toda la ferretería y se pintó el puente. |
| 29 | **Tricauco,** de Traiguén á Quillén..... | 457.75 | Hilarión Marín..... | Se aseguraron las cepas con crucetas. Se cambiaron 100 tablones en la cubierta. Se rehizo toda la baranda y se mudaron algunas vigas bajo entablado. |

**Trabajos ejecutados en la Oficina de Puentes en 1889**

| NOMBRES | ESTUDIOS |
|---|---|
| MACARIO SIERRALTA.. | *Presupuestos:* Angostura en Hospital, Tomé en Tomé, Curepto en Curepto, Carampangue en Arauco, Santo Domingo en Valdivia, Colmullao en Itata, Ñuble en Chillán y Chodván en Yungay. |
| LUIS LAGARRIGUE.... | *Presupuesto*: Piduco en Talca, Claro en Molina, Claro en San Fernando, Tierras Blancas en San Felipe, Puangue en Melipilla, Las Toscas en Chillán y Chillán en Chillán. *Proyectos:* Limache en Limache (provisorio con fundaciones definitivas), Diguillín en el Zapallar, Maipo en el Cristo (definitivo), Mapocho en Yungay (provisorio y definitivo), Loncomilla en San Javier (provisorio con fundaciones definitivas), Mapocho en el Carrascal, baranda y defensa del puente del Maule y estudio comparativo sobre la canalización del estero Angostura ó alargamiento del puente existente. |
| MANUEL A. ROJAS... | *Dibujos:* Mapocho en el Carrascal, Coquimbo en la Serena, Ñuble en Chillán, Rapel en San Rafael, Choapa en Illapel, Huasco en Vallenar y Palpal en Yungay. |
| LUIS RISO PATRÓN... | *Dibujos:* Mapocho en Yungay, Coquimbo en la Serena, Colorado y Viscachas en los Andes. |

| | |
|---|---|
| JUSTO LARDINOIS.... | *Proyectos:* Claro en Rengo, Chimbarongo en las Trancas, Zamorano en Pichedegua, Rapel en San Rafael, Huinico y Malloa en Malloa, Yeso en San José de Maipo y Sauce y Pajonal en Talca. |
| LEÓN DESTABEAU.... | *Proyectos:* Chimbarongo en las Trancas (provisorio y definitivo), Vergara en Nacimiento (provisorio y definitivo), Aconcagua en Calera (definitivo), Cauquenes en Huelqui (provisorio) y Cachapoal en el primer paso (provisorio). |
| E. PARDO D..... | *Dibujos:* Claro en Talca, Claro en Molina, Putagán, Loncomilla, Huasco en las Juntas, Quino, Limache, Tiltil, Maipo en el Cristo, Curepto, Diguillín, Ñuble (puente suspendido definitivo) y Mapocho en Yungay (definitivo). |
| JUAN V. STOLLE..... | *Dibujos:* Mela en Itata, Maipo en San Antonio, Huasco en Vallenar, Vergara en Nacimiento, Maipo en el Cristo y Membrillo y Navotavo en Parral. |
| SANTIAGO MARTÍNEZ. | *Dibujos:* Vergara en Nacimiento, Laraquete en Lautaro, Cachapoal en Punta Cortés, Chodvan en Yungay.<br>*Copias:* Vergara en Nacimiento, Laraquete, Sauce, Curepto, Huinico, Mininco y Carampangue. |
| JOSÉ HUART..... | *Estudios topográficos* de las localidades para los puentes que preceden. |

**Trabajos ejecutados en el primer semestre de 1890**

| | |
|---|---|
| MACARIO SIERRALTA.. | *Proyecto:* Navotavo en San Carlos, Membrillo en Parral, Viña y Culemar en Talca, Coquimbo en la Serena, Mela en Itata, Toscas en Vichuquen, y barrera para el puente Maipo en Melipilla. |
| LUIS LAGARRIGUE.... | *Presupuestos:* Coquimbo, Cautín en Temuco y Cautín en Lautaro, Itata en el Roble, Palmilla, Viña Maquis y Trancas en Molina, Chimbarongo en la Quinta, Sanjón en id. Chodvan en Yungay, Nicaven y Cauquenes en Cauquenes.<br>*Proyectos:* Colorado (nueva ubicación) Zamorano en San Vicente, Cachapoal en el mal paso y Putagán en Linares. |
| MANUEL A. ROJAS... | *Presupuestos:* Chimbarongo en San José de Toro, Mininco.<br>*Dibujos:* Cautín en Lautaro, Cautín en Temuco y Chimbarongo y Sanjón en la Quinta. |
| LUIS RISO PATRÓN... | *Proyectos:* Limarí en Ovalle.<br>*Dibujos:* Mayoa, Lircay y estero de Loncomilla. |
| GUILLERMO OTTEN... | *Proyectos:* Illapel (definitivo), tipos de puentes provisorios, de 10 hasta 20 metros sistema Howe, puentes definitivos para ferrocarril de 10, 20, 40 y 43 metros, Putagán en Linares (definitivo) y Chimbarongo en San José de Toro (provisorio). |
| JUSTO LARDINOIS.... | *Proyectos:* Aconcagua en Chagres (provisorio y definitivo), puentes definitivos para ferrocarriles de 60 y 132 metros. |

| | |
|---|---|
| LEÓN DESTÀBEAU.... | *Proyectos:* Itata en el Roble (provisorio) Cauquenes en Cauquenes (provisorio), puentes definitivos para ferrocarriles de 60 y 100 metros. |
| E. PARDO DUVAL.... | *Dibujos:* Chodvan, Laraquete, Zamorano, Cauquenes en Huelqui, Chimbarongo, Calera, Vergara y el Coipo (definitivo). |
| JUAN V. STOLLE..... | *Dibujos:* Malloa, Claro en Talca, Chimbarongo, Itata en el Roble, barrera del Maipo, Cauquenes en Cauquenes y Mininco. |
| SANTIAGO MARTÍNEZ.. | *Dibujos:* Mininco y puente de fiierro de 60 metros. *Copias:* Curihuillín, mapa hidrográfico para la Sección, Curanilahue y Purén, Chimbarongo en San José de Toro. |
| DANIEL ZAMUDIO.... | *Dibujos*: Colorado en los Andes, Putagán en Linares y Tinguiririca en San Fernando. *Copias:* Palmilla, Viña, Maquis, Trancas y Cautín en Lautaro y Temuco. |
| ONOFRE SENDZAY.... | *Copias:* barrera del Maipo, Colmuyau, Claro en Rengo, Yumbel, Temuco y Coipo. *Dibujos*: Toscas en Santa Cruz y Cadena en Rancagua. |
| FERNANDO CABRERA.. | *Dibujos:* Cachapoal, Lircay y Loncomilla. *Copias:* Mapocho en Yungay, puente de fierro de 40 metros, detalles del Claro en Rengo y Duqueco. |

En esta lista de trabajos, se omiten los estudios especiales de los detalles de las construcciones y de las modificaciones que requieren los tipos estudiados para adaptarse á las condicioues de las localidades en que se emplean.

Al terminar la presente Memoria, me permito recomendar al personal ambulante y al de oficina, que á mi juicio ha cumplido de una manera bastante satisfactoria con las obligaciones que les han sido prescritas por esta Oficina y con las órdenes impartidas por la Dirección General de Obras Públicas.

Como complemento á la presente Memoria, le acompaño á continuación el cuadro núm. 6 que contiene los puentes por construír y que han recibido aprobación suprema y el cuadro núm. 7 que enumera los puentes mandados estudiar por el Ministerio de Industria y Obras Públicas.

## CUADRO NÚM. 6

### PUENTES QUE HAN RECIBIDO APROBACIÓN SUPREMA

| NÚMEROS | NOMBRE DEL PUENTE | DECRETO DE APROBACIÓN | PBESUPUESTO |
|---|---|---|---|
| | | | $ cts. |
| 1 | **Tierras Blancas,** en San Felipe... | 13 de Febrero de 1889 | 8,120.30 |
| 2 | **Curepto,** sobre la laguna de Curepto. | 31 de Mayo » | 12,175.16 |
| 3 | **Peleco**..... | 8 de Agosto » | 3,352.22 |
| 4 | **Paicaví**..... | 9 de » » | 4,937.78 |
| 5 | **Vallenar,** Sargento Aldea..... | 26 de Julio » | 8,311.40 |
| 6 | **Mapocho,** en Yungay..... | 18 de Noviemb. » | 38,122.45 |
| 7 | **Huasco,** en Juntas..... | 18 de Enero de 1890 | 4,981.52 |
| 8 | **Rapel,** en vado San Rafael..... | 23 de » » | 23,413.00 |
| 9 | **Claro,** en Talca..... | 23 de » » | 83,823.00 |
| 10 | **Maipo,** en el Yeso..... | 23 de » » | 6,737.00 |
| 11 | **Aconcagua,** en la Calera..... | 24 de » » | 107,744.44 |
| 12 | **Cauquenes,** en el vado Huelqui... | 24 de » » | 6,500.00 |
| 13 | **Sauces,** en Talca..... | 24 de » » | 2,240.00 |
| 14 | **Pajonal,** en Talca..... | 24 de » » | 2,240.00 |
| 15 | **Vergara,** en Nacimiento..... | 24 de » » | 113,958.00 |
| 16 | **Navotuvo,** en San Carlos..... | 1.º de Febrero » | 3,662.00 |
| 17 | **Navotuvo,** de San Carlos á Parral.. | 1.º de » » | 3,856.00 |

## CUADRO NÚM 7

### A—PUENTES ESTUDIADOS

| | NOMBRE DEL PUENTE | PRESUPUESTO |
|---|---|---|
| 1 | Mela, en el departamento de Itata | $ 5,535.36 |
| 2 | Tiltil, en Tiltil | " 7,247.65 |
| 3 | Cauquenes, en Cauquenes | " 58,313.00 |
| 4 | Traiguén, en Traiguén | " 4,270.00 |
| 5 | Membrillo, de Santiago á Lampa | " 10,740.00 |
| 6 | Illapel, en Illapel | " 12,500.00 |
| 7 | Itata, en el Roble | " 25,898.00 |
| 8 | Aconcagua, en Chagres (madera) | " 69,801.00 |
| 9 | Aconcagua, en Chagres (fierro) | " 199,180.00 |
| 10 | Palmilla, de Molina á la Cordillera | " 2,310.00 |
| 11 | Viñas, de Molina á la Cordillera | " 2,360.00 |
| 12 | Máquis, de Molina á la Cordillera | " 3,246.00 |
| 13 | Tráncas, de Molina á la Cordillera | " 2,174.00 |
| 14 | Chimbarongo, en la Quinta | " 15,458.00 |
| 15 | Sanjón, en la Quinta | |
| 16 | Chodvan, en Yungay | " 10,143.00 |
| 17 | Mininco, en Collipulli | " 6,935.92 |
| 18 | Tomeco, en Yumbel | " 3,342.00 |
| 19 | Toscas, en Santa Cruz | " 4,878.00 |

### B—PUENTES EN ESTUDIO

1 Colliguay, en Parral.
2 Putagán, en Linares.
3 Nohuelmo, en Itata.
4 Quete-Quete, en Curicó.
5 Cachapoal, en los Malpasos de Pichidegua.
6 Canelo, en San José de Maipo.
7 Manzano, en San José de Maipo.

8 Río Negro, en San José de Maipo.
9 Limarí, en Ovalle.
10 Quillén, en Quillén.
11 Curihuillín, en Arauco.
12 Tirúa, en Arauco.
13 Huellaco, en Arauco.
14 Colín, en Talca.
15 Puercos, en Talca.
16 Gamboa, en Castro.
17 Nercón, en Castro.
18 Ranco, en Ranco.
19 Huenhue, en Chonchi.
20 Chonchi, en Chonchi.
21 Huacaldeo, en Chonchi.
22 Huillinco, en la laguna de Chonchi.—2 puentes.
23 Aitiré, en Queule.
24 Lajuelas, en Puchacay.
25 Collanco, en la Florida,
26 Chimbarongo, en el lado de la Cabrería.
27 Tapihue, en Casablanca.
28 Yale, de Melipilla á Alhué.
29 Torrentes, de Melipilla á Casablanca.
30 Cadena, de Rancagua á Alhué.
31 Potrero Grande, en Curicó.
32 Claro, en el Resguardo de los Queñes.
33 Quella, de Parral á Cauquenes.
34 Zamorano, en San Vicente.
35 Bureo, en el Paso de los Granederos.
36 Coreo, de Ángeles á Mulchén.
37 Duqueco, de Los Ángeles á Mulchén.

Santiago, 1. de Julio de 1890.

VALERIANO GUZMÁN.

# CAMINOS

Núm. 461.

*Santiago, Abril 18 de 1890.*

Señor Director:

Tengo el honor de acompañar una Memoria de todos los trabajos y gastos hechos en los caminos de la República en el año 1889, según los datos suministrados por los Ingenieros de provincia, habiéndose hecho en todo lo siguiente:

| | | |
|---|---|---|
| 21,390 | metros | camino covexo nuevo |
| 1.042,648 | " | camino convéxo reparado |
| 18,119 | " | camino inclinado nuevo |
| 175,044 | " | camino inclinado reparado |
| 159,915 | " | fosos de desagües nuevos |
| 54,238 | " | fosos de desagües reparados |
| 19,310 | " | alcantarillas ó rampas |
| 11 | puentes | de madera nuevos |
| 14 | " | de mampostería |
| 127 | " | mixtos |
| 52,986 | metros | enripiado nuevo |
| 20,945 | " | enripiado reparado y |
| 2,315 | mets.$^3$ | de albañilería. |

Todo con 263,722 ms$^3$ de desmonte, 215,404 ms$^3$ de terraplén y un gasto de $ 263,047.74; resúmen que Ud. encontrará en el estado núm. 1. En algunas provincias no aparecen datos, por no haber sido remitidos por los Ingenieros á pesar de habérseles pedido por circular de 30 de Diciembre de 1889, mandarán su memoria anual en

todo el mes de Enero; y debiendo pedir á los Intendentes y Gobernadores los datos que ellos no tuvieran ó no les pudieran ser suministrados por los Inspectores de Caminos. En algunas provincias han tenido que tomarse datos incompletos, á causa de que los Intendentes y Gobernadores no han dado al Ingeniero de provincia ni á los Inspectores la intervención en los trabajos de caminos que les señala el supremo decreto de 7 de Mayo de 1878 y otros, y á pesar de las circulares con ese objeto del Ministerio del Interior, ántes de ahora, y del Ministerio de Obras Públicas.

En los decretos que en el año 1889 autorizaban á los Intendentes ó Gobernadores para invertir fondos de caminos, se les decía que debían proceder de acuerdo con la Junta de Caminos y los Ingenieros de provincia; y aun así, muchos Intendentes y Gobernadores han dado trabajo á contrata ó por administración, los han recibido y los han pagado sin la menor intervención del Ingeniero de la provincia ni de los Inspectores de Caminos. En el año actual, puede ser que ese estado de cosas se modifique, en atención á que el Ministerio, al autorizar á los Intendentes, les ha puesto la condición expresa de proceder estrictamente en conformidad á la ley de 17 de Diciembre de 1842 y decretos supremos de 23 de Diciembre de 1871, 7 de Mayo de 1878, 30 de Marzo, 10 de Abril y 31 de Julio de 1889. Unicamente dando á los Ingenieros de provincia é Inspectores de Caminos la intervención que por la ley y decretos citados les corresponde, podrá la Dirección tener conocimiento exacto de todos los trabajos y gastos en los caminos de la República. En el estado ó lista núm. 2 encontrará la nómina de los Ingenieros que han servido las provincias en el año 1889. Todos ellos han cumplido regularmente con sus obligaciones, habiendo algunos que aún no han despachado varios informes y comisiones pedidas á pesar de exigírselos con urgencia.

Talvez esta circunstancia, pues, algunos se han disculpado con las atenciones impostergables del servicio, me precisarían á pedir á Ud. se dotara á esta Sub-Sección con dos Ingenieros más, á fin de atender á los diversos informes y estudios pedidos por el Ministerio y terminar los que hay pendientes.

Acompaño también á la presente Memoria la medida de todos los caminos que se han obtenido hasta la fecha, quedando todavía algunas provincias en las cuales actualmente se ocupan los empleados de efectuar esa operación. Como á pesar de los decretos supremos, circulares de los Intendentes y Gobernadores, y el celo de los Ingenieros é Inspectores de Caminos, no ha sido posible evitar los desbordes ó derrames de aguas en los caminos, por sobrantes de riegos ú otras causas, lo que ocasiona contínuos gastos en reparación de los caminos. Esta Sub-Sección comisionó al Ingeniero don Guillermo Lira E. para que hiciera el proyecto y planos, que originales tengo el honor de acompañar, para que, siendo de la aprobación de Ud., se construyan en adelante todos los caminos nuevos y se arreglen los antiguos en cuanto sea posible.

Según ese proyecto, se dará á los caminos planos un ancho de 25 metros y á los en cuesta 15 metros, y el arreglo de ellos para el tráfico se haría en la forma que se indica en el proyecto y se manifiesta en los planos. Si este proyecto mereciera, pues, la aprobación de Ud., se mandaría copia de los planos é instrucciones á los Ingenieros de provincia.

Por último, me permito manifestar á Ud. que, en el año de que doy cuenta, los Ingenieros de esta Sección, don Guillermo Lira E. y don Augusto Bruna V., han llevado á cabo con celo é inteligencia todas las comisiones que esta Sub-Sección les ha encomendado.

Dios guarde á Ud.

MANUEL J. FERNÁNDEZ B.

# MEMORIA

## DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN LOS CAMINOS DE LA REPÚBLICA DURANTE EL AÑO DE 1889.

### Tacna

#### CAMINO DE TACNA Á SAMA

Su reparación se contrató por la cantidad de 500 pesos con don S. Humire, quien á su terminación recibió la cantidad estipulada.

#### CAMINO DE TACNA Á TORATA

Tomó á su cargo la reparación de este camino don Juan Gabba, quien lo entregó terminado, recibiendo por ello la cantidad de 1,875 pesos.

#### CAMINO DE ARICA Á LISERA—POR LA BASE DEL MORRO

Don Juan C. Bustos contrató y terminó las reparaciones de este camino por la cantidad de $ 1,200.

El señor Emilio Larrieu terminó igualmente las reparaciones del camino de Arica al Alto de las Riveras, por el valle de Azapa, que había tomado á contrata.

Además, en esta provincia se contrataron con don Braulio Quiroz las reparaciones del camino de Arica á Putre, por $ 4,400; y las del que conduce de Socoroma á Belén, por $ 650, no habiéndose concluído aún esos trabajos.

## Tarapacá

### CAMINO DE IQUIQUE Á SANTA ROSA Y HUANTAJAYA

Este camino se reparó por cuenta de la Municipalidad, que dió la suma de $ 1,950 para la ejecución de los trabajos.

Con fondos fiscales se ensanchó el mismo camino en una extensión de 65 metros, importando el trabajo la cantidad de $ 1,000.

El camino que conduce al mineral de Huantaca se reparó por cuenta de la Municipalidad, invirtiéndose en él $ 450.

## Antofagasta

### CAMINO DE AGUAS DULCES Á SAN PEDRO DE ATACAMA

Se construyó este camino que tiene una extensión de 130,500 ms.; esta obra fué contratada por don Luis Polanco por la suma alzada de $ 10,000.

## Atacama

### CAMINO DE CHAÑARAL Á CERRO NEGRO

La reparación de este camino en una extensión 55,000 metros fué contratada por los señores Juan de Dios Olivares y Francisco Urra en la cantidad $ 880.

### CAMINO DE CHAÑARAL Á PLACILLA Y PUEBLO HUNDIDO

Don Felix Mejía contrató por la cantidad de $ 1,285 la reparación del camino, en una extensión de 70,000 metros, y contrucción de dos puentes sobre el río Salado.

### CAMINO DE CHAÑARAL DE LAS ÁNIMAS Y MANTO VERDE

Los señores Juan de Dios Olivares y Francisco Urra contrataron la reparación de este camino, en una extensión de 25,000 metros, por la cantidad de $ 835.

Las reparaciones de estos tres caminos han consistido en su limpia y en borrar huellas y hoyadas.

Estas reparaciones han sido terminadas por los contratistas, pero al Ingeniero le ha sido imposible ir á recibirse de esos trabajos.

### CAMINO DE VALLENAR AL TRÁNSITO

Este camino se ha reparado por administración, en una extensión de 80,000 metros, construyendo, al mismo tiempo, dos puentes provisorios en las Juntas y Tabaco. Estos trabajos importaron la suma de $ 6,500.

### CAMINO DEL ALTO DEL CÁRMEN Á SAN FÉLIX POR RETAMOS

Este camino carretero en una extensión de 22,000 metros y de herradura en 27,000 metros, se ha reparado por administración con un gasto de $ 3,000.

### CAMINO DE VALLENAR Á HUASCO

Se reparó por administración, en una extensión de 2,500 metros, gastando en él $ 400.

### CAMINO DE ALTO DE MELENDEZ Á PUNTA DE COBRE

Don O. Mandiola contrató la reparación de 2,000 metros de este camino; hizo en él algunos arreglos, pero no pudiendo continuar se rescindió el contrato pagándole $ 100 por los trabajos hechos.

La Compañía del Ferrocarril de Copiapó compuso 40 metros del camino de Punta del Cobre á Nantoco, que habían sido destruídos completamente por el río, recibiendo por ésto $ 150 que la Junta de Caminos acordó abonarle.

### CAMINO DE MAL PASO Á NANTOCO

Don Ramón Pinto contrató la reparación de este camino en una extensión de 4,500 metros, obligándose á formarle borde al río, á borrar zanjas y á llenar hoyadas. Habiendo cumplido con su contrato recibió la cantidad estipulada de $ 700.

Entre Nantoco y Cerrillos, don José Hidalgo reparó 511 metros de camino rellenando zanjas, limpiando y destroncando el cauce del

río, formando borde de defensa y enripiándolo en toda esa extensión. El valor de esa contrata fué de $ 1,000 recibidos por el señor Hidalgo.

CAMINO DE LOROS Á LOMAS BAJAS

Se contrató la reparación de este camino en una extensión de 20 mil metros por la suma de $ 500. Concluído el trabajo, el contratista señor Luis S. Gómez recibió la cantidad estipulada.

Don Juan de Dios Saavedra contrató la apertura del trozo de camino llamado Paso Malo, que tiene una longitud de 120 metros, por la cantidad de $ 1,000. El contratista terminó su trabajo y recibió su valor.

TRABAJOS DE DEFENSA DE COPIAPÓ CONTRA LAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA DE PAIPOTE

En esta obra se han hecho por administración trabajos que importan la cantidad de $ 3,800.

Por fin, como gastos generales de la provincia, hay que contar $ 200 invertidos en pago de avisos y varios pequeños gastos.

## Coquimbo

CAMINO DE SERENA Á HIGUERA

Con don Carlos Luesa se contrató la reparación de la parte comprendida entre la ribera sur de la Quebrada Honda y el Portezuelo de Buenos Aires, comprometiéndose el contratista á limpiar los desagües, hacer chaflanes á los cortes aprovechando los desmontes en terraplenar el camino y borrar zanjas y hoyos.

Este trabajo se hizo en una extensión de 10,000 metros por la suma de $ 1,000 con parte del sobrante de 1888.

Habiéndose acordado hacer un desvío en este camino entre Punta de Teatinos y la Quebrada Honda, se contrató su construcción con don Rodolfo Cuadra, que hizo un camino de 3,000 x $7^{ms}$ demontando $5,891^{ms3}$ y recibiendo por ello $ 2,000.

Además, con $ 500, de los cuales 350 fueron erogados por los vecinos, se limpió entre el Agua del Mulato y la Quebrada Honda, en una extensión de 15,000 metros.

### CAMINO DE SERENA AL ISLÓN Y MINERAL DE SAN ANTONIO, SALAPOR Y QUITANA

Con don Daniel García Uriondo se contrató la reparación de siete mil metros de camino, comprendidos entre Serena y el Islón, y la apertura de 29,000$^{ms}$ de camino nuevo por la Quebrada de Santa Gracia.

Este trabajo importó $ 1,120.50 que fueron adelantados en Diciembre de 1888, recibiéndose el trabajo el 8 de Abril de 1889.

Don Pedro Frías contrató la construcción de un puente de madera descansando en machones de cal y piedra, sobre el canal de la Herradura, y otro pequeño sobre una acequia. Este trabajo entregado el 10 de Julio de 1889 importó $ 200.

### CAMINO DE ALGARROBITO AL CEMENTERIO

Con don Pedro Díaz se contrató la apertura de un camino de 878 x 5.5 metros entre estos dos puntos. El contratista entregó su obra el 10 de Julio de 1889, habiendo tenido que desmontar 2,317 metros cúbicos, y recibiendo $ 450 de los fondos sobrantes del 88 y de los que 150 son erogaciones particulares.

### CAMINO DEL PELÍCANO Á LA QUEBRADA DE MARQUESA

Se hizo 9,798 metros de camino nuevo de 5 y 6 metros de ancho y 2,432 metros de desagües, habiendo habido necesidad de desmontar en todo 25,589 metros cúbicos. Este trabajo lo hizo don Félix Vicuña por $ 6,472.77, cuya tercera parte fué dada por él, y lo entregó el 10 de Julio de 1889.

### CAMINO DE LA PAMPA Á PEÑUELAS

Se limpiaron 800$^{ms}$ de desagües y se hicieron 352 x 1.50 x 0.80$^{ms}$ de fosos dando con sus desmontes forma convexa á esa parte del camino.

Además se reparó un puente.

Este trabajo lo ejecutó don Juan Varela por la cantidad de $ 300, concluyéndolo en el mes de Julio.

### CAMINO DE SERENA Á VICUÑA

Se rehabilitó el camino antiguo, que fué destruído por el río, en una extensión de 25,000 metros entre Pelícano y San Carlos. Fué contratado por don Gavino Tapia en $ 1,500, El mismo Tapia limpió, por $ 200, la parte comprendida entre el cementerio de la Serena y el pueblo de las Rojas.

El camino de Serena á Islón por Alfalfares y Culcatán se limpió en 900 metros gastando en ello $ 50.

Entre la Máquina de Quijo de Saturno y el Callejón de Palla-Alta, don Gavino Tapia hizo 5,554 × $5^{ms}$ y 1,432 × $3.50^{ms}$ de camino nuevo, recibiendo por ello $ 2,300.

En la quebrada de Barrios se hizo por administración un puente de piedra de 3 metros de claro y 7 de largo, con un volúmen de $39,200^{ms3}$ y un costo de $ 538.99, incluyendo 87 $^{ms3}$ de terraplén.

Por fin, se hizo 1,200 metros de desagües, 25 × 6 metros de camino nuevo con $207^{ms3}$ de desmonte, limpiándose, además, $20,000^{ms}$ de camino. Este trabajo, hecho por administración, importó 241 pesos 39 centavos.

### CAMINO DE MARQUESA Á QUITANA Y CONDORÍACO

Se ensanchó en $1.5^{ms}$ los 9,000 metros de camino comprendidos entre Serena y el Islón, y en 0,50 metros, limpiando y emparejando los hoyos, los 31,000 metros comprendidos entre Marquesa y Viñita. Estos trabajos los hicieron los señores B. Galleguillos y Víctor Illanes por 950 pesos.

### CAMINO DE LA COMPAÑÍA AL ROMERO Y PELÍCANO PAMPA

Se limpió de piedras en 3,300 metros, rebajóse la entrada á sus quebradas para disminuír las pendientes, desmontando $1,032^{ms3}$ en una extensión de 408 metros.

Frente á la Hacienda Loreto se rebajó un alto desmontando 500 metros cúbicos que sirvieron para terraplenar un bajo á 30 metros de distancia. Estos trabajos los hizo don Exequiel Miles por $ 900.

Por administración se hizo 40 metros de camino nuevo desmontando $90^{ms3}$ con los que se terraplenó otros 40 metros que estaban en bajo, y se hizo 45 × 0.70 × 0.70 metros de desagüe, todo con un gasto de $ 100.

### CAMINO DE SERENA Á COQUIMBO

Se hizo un terraplen de 250 × 1.80 × 3 metros con un volúmen de $1350^{ms3}$, un muro de cal y piedra de 99.20 de largo con $99.200^{ms3}$ de volúmen al pié del cual se construyó un emplantillado de $50 \times 1.60^{ms}$.

Este trabajo lo hizo don José Ignacio Herrera recibiendo por ello $ 1492.

### CAMINO DE COQUIMBO Á PAN DE AZÚCAR

Se repararon 800 metros de cunetas; se hizo un corte de 140 × 5 × 0.95 con $700^{ms3}$ de desmonte que sirvió para terraplenar 50 metros de camino. Este trabajo lo hizo don Onofre Olivares por $ 600.

### CAMINO DEL PEÑÓN Á ANDACOLLO

Se limpió en una estensión de 20,000 metros y se hizo 512 × 5 metros de camino nuevo desmontando $1162^{ms3}$.

Este trabajo lo hizo don Gregorio Ávalos por la cantidad de 990 $.

### CAMINO DE TAMBILLOS Á TONGOY

Se ensanchó en 2 metros el camino en una estensión de 630 desmontando $927^{ms3}$. Además se limpió en una estensión de 7000 metros.

Este trabajo lo ejecutó don Gregorio Ávalos por la cantidad de $ 300.

### CAMINO DE VICUÑA AL TAMBO

Por administración se hizo, por la caja del rio, un camino de 2850 x 6 metros con un gasto de $ 168.14.

En el camino del Tambo al Maiten se arreglaron diez pasos del rio con un costo de 290.58 $. Este trabajo se hizo por administración.

### CAMINO DE VICUÑA AL ALGARROBAL, POR DIAGUITAS

Se hizo, por el lecho del río, un camino de 10444 x 6 metros; un desmonte de $372^{ms3}$ y $240^{ms3}$ de terraplen. Además se arreglaron dos pasos del río. El costo de estas reparaciones, que se hicieron por administración, fué de $ 812.32.

### CAMINO DEL ALGARROBAL Á PAIHUANO

Se hizo un camino de 2520 x 6 metros por el lecho del río y otro de 785 x 2 por la falda de un cerro. Se desvió el río en una estensión de 75 metros frente á Rivadavia haciéndole un lecho de 7 metros de ancho con profundidad variable entre $0.^{m}20$ y $1.^{m}60$. Estos trabajos se hicieron por administración é importaron $ 488.03.

### CAMINO DE OVALLE Á RAPEL

Se limpió en una estensión de 55,000 metros habilitando los desagües y quitando toda la piedra. Frente á Carachilla se hizo un trozo de camino nuevo de 150 metros.

Este trabajo lo hizo don Miguel Collado por la suma de $ 1649.

En el mismo camino, en la quebrada del Romeral, se concluyó un puente de piedra haciendo $18^{ms2}$ de bóveda y $15^{ms3}$ de manpostería para los machones, alas y barandas, trabajo contratado por don José S. Silva por $ 351.

### CAMINO DE OVALLE Á PUNITAQUI

En la cuesta de Punitaqui se terraplenó un barranco de 33 metros de largo por 10 de profundidad y se rellenaron otras sanjas con un volúmen total de $3960^{ms3}$.

Este trabajo lo ejecutó por la cantidad de $ 1000 don José M. Zeballos.

### CAMINO DE OVALLE Á TAMAYA

Se limpió en una estensión de 16,000 metros rellenando además los hoyos y limpiando los desagües. Este trabajo lo hizo don Miguel Collado por $ 500.

### CAMINO DE OVALLE Á LA RECOLETA

Se hizo una reparación análoga á la anterior en 26,000 metros recibiendo por ello el contratista, don José M. Gálvez, la suma de $ 449.

### CAMINO DE JUNTAS Á CAREN

Entre el Callejon de Juntas y la ribera norte del río Grande se hizo un camino nuevo de 440 metros, y, entre la ribera sur del mismo río y el camino antiguo, 387 metros de camino nuevo también y labrado en roca, habiéndose desmontado $1323^{ms3}$. Además se reparó en una estensión de 7000 metros. Este trabajo hecho por administración importó $ 2300.

### CAMINO DE OVALLE Á LA PUNTILLA

Se hizo un camino de 140 metros desmontando $1585^{ms3}$ que sirvieron para terraplenar una parte del camino. Este trabajo se hizo por administración é importó $ 1700.

### CAMINO DE ILLAPEL Á LOS VILOS

Se repararon 1743 metros de camino inclinado, rellenáronse algunas hoyadas con un terraplen de $428^{ms3}$; se hizo 80 metros de pircados con un volúmen de $525^{ms3}$; se ensanchó el camino en un largo de 122 metros desmontando $254^{ms3}$ y se quitó la piedra suelta á 3240 metros de camino.

Estos trabajos importaron la cantidad de $ 604.90 que se sacaron de los fondos del año 1888.

En el mismo camino, pero con fondos del año 1889, se hizo lo siguiente:

Se reparó en una estensión 16797 metros borrando zanjas y tapando hoyadas; se hizo varios terraplenes con un volúmen de $847^{ms3}$ se arreglaron 4787 metros de fosos, construyéronse tres alcantarillas, y $541^{ms3}$ de pircados; se hicieron 5 zanjas con una longitud total de 46.43metros y se limpiaron 780 metros del camino.

Estos trabajos hechos por administración importaron $ 1337.35.

### CAMINO DE ILLAPEL Á SALAMANCA

Con los fondos sobrantes del año 1888 se limpió el camino en una estensión de 1806 metros y se hizo un camino nuevo de 1314 metros; se repararon 6918 metros de camino inclinado desmontando $2968^{ms3}$; se construyeron 170 metros de pircados con $414^{ms3}$, cinco alcantarillas con un largo de $40^{ms}$ y se abrieron 11324 × 0.50 × 0.50 metros de fosos.

Estos trabajos importaron la cantidad de $ 1300.45.

En el mismo camino, pero con fondos concedidos para el año 1889, se hicieron los siguientes trabajos: se ensanchó en 0.40 en una estensión de 604 metros; se hizo un terraplen de 23 metros de largo con un volúmen de $92^{ms3}$; hiciéronse 5 rampas con un largo total de 40.5 metros; construyéronse dos pircados con una longitud de 22.5 metros y 622 × 0.50 × 0.50 de desagües, y se abrió un camino nuevo de 716 × 6 metros.

Estos trabajos importaron $ 1.000.20 y, como los anteriores, se hicieron por administración.

### CAMINO DE ILLAPEL Á LOS HORNOS

Se limpió el camino en una longitud de 10821; se hizo un desmonte de $901^{ms3}$ para ensanchar 606 metros del camino; construyóse 221 metros de pircados con un volúmen de $349^{ms3}$; se hizo 657 metros de camino nuevo desmontando $159^{ms3}$, abriéronse por fin 17 × 1 × 1 metros de fosos de desagües.

Estos trabajos hechos por administración importaron $ 1256.78.

CAMINO DE COMBARBALÁ Á LA CIMA DE LA CUESTA DE PUNITAQUI

El 19 de noviembre de 1889 se contrató su reparación con don Manuel Villarroel por la suma de $ 1000, pero aún no se han concluido los trabajos.

## Aconcagua

CAMINO DE LA LIGUA Á CABILDO

Se han reparado 335 metros de camino convexo y 56 metros de camino inclinado, gastando 438$^{ms3}$ de terraplen y 50.5$^{ms3}$ de ripio hiciéronse 16.80$^{ms2}$ de rampa y fosos con un volúmen de 316.8,$^{ms3}$ limpiando además; 3000 metros de camino fluvial y reparando dos puentes.

Estos trabajos importaron la suma de $ 1123.40.

CAMINO DE LA LIGUA Á CALERA

Con la cantidad de $ 23.95 se reparó un puente de este camino y se enripió con 16.450$^{ms3}$ de material.

En los pretiles en construcción en el departamento de la Ligua se ha hecho lo siguiente.

En el de Monte grande 3991$^{ms3}$

" " " Peña Blanca 438.145$^{ms3}$.

En el de defensa de la Ligua 257.500$^{ms3}$ habiéndose desmontado ademas 2,000$^{ms3}$ para hacer al rio un cauce artificial y 1,650$^{ms3}$ para los heridos del pretil de Monte Grande.

Lo invertido en estos trabajos ha sido: $ 7,734.50 en la obra de albañilería del pretil de Monte Grande, y $ 490 en la apertura de los heridos para el mismo. De las otras obras no se ha hecho ningun pago.

CAMINO DE LAS TUPAS Á LOS VILOS

Este camino se ha reparado en una estensión total de 85,408$^{ms}$ rebajando *altos* y tapando hoyadas, habiendo un movimiento de tierras representado por 6053 $^{ms3}$ de terraplen y 5,418$^{ms3}$ de desmon-

tes; se han construído 680$^{ms}$ de fosos laterales y se han reparado los existentes, en una extensión de 1,641 metros. Se ha hecho ademas 50$^{ms^3}$. de pircados reparando otros en una extensión de 360$^{ms}$ y se hicieron 212$^{ms^3}$. de rampas y un puente.

Estos trabajos, hechos por administración, importaron 1,968.38 $.

CAMINO DE PEDEGUA Á PUPIO

Se reparó en una extensión de 8,000$^{ms}$ tapando hoyadas y emparejando el camino. El movimiento de tierras ha sido de 1,372$^{ms^3}$ é importó el trabajo 200 pesos.

CAMINO DE PETORCA AL PORTEZUELO DEL CORREO

Se reparó en una extensión de 17,620$^{ms}$ habiendo un movimiento de tierras de 5,858$^{ms^3}$; se enripiaron 1,020$^{ms^1}$. con 2,040$^{ms^3}$ de material, construyéronse 115$^{ms^3}$ de pircados y se repararon 84$^{ms^2}$ de rampas y 470$^{ms}$ de fosos.

Este trabajo lo hizo don Santiago Polanco por la cantidad de 2,000 pesos.

CAMINO DEL CALLEJON DE YIDELA AL PUENTE DE LAS QUILLOTANAS

Don Evaristo Gomez contrató la reparación de 5,000$^{ms}$ del camino por la cantidad de 2,000 pesos. Los trabajos, que ya estan concluidos, consistieron en terraplenar el camino con 5,000$^{ms^3}$ de material.

CAMINO DEL CALLEJON DE VIDELA AL ESTERO DE LOS CABRITOS

Se repararon 420$^{ms}$ con un movimiento de tierras de 102$^{ms^3}$; se hizo un pircado al lado oriente del camino en esa extensión, y un puente sobre el estero de los Cabritos.

Estos trabajos los ejecutó don Bruno Perez que los había contratado por la suma de 1,000 pesos.

Los pretiles existentes en el río Putaendo se repararon en una extensión de 319$^{ms}$ con un gasto de 446 pesos.

Ademas se hizo el puente del Tártaro.

### CAMINO DE LA FLORIDA Á LOS ANDES (CALLE NUEVA)

Se repararon 1,933$^{ms}$ tapando hoyadas y rebajando en partes el camino; el movimiento de tierras ha sido de 1,650$^{ms3}$ de terraplenes y 125$^{ms3}$ de desmontes; esta misma parte se enripió con 1,933$^{ms3}$ de material. Se hicieron tambien 2,000$^{ms}$ de fosos con un desmonte de 1,600 metros cúbicos.

Este trabajo fué contratado con don Marcelino Barrios por la cantidad de 3,300 pesos.

### CAMINO DEL ENCON

Se rellenó en una extensión de 50$^{ms}$ con 268.3$^{ms3}$ de ripio de río. Esta reparación que se hizo por administración é importó $ 268.30, se principió en Diciembre del año 1888.

### CAMINO DE SAN FELIPE Á PUNTA DEL OLIVO

Se repararon 3,925$^{ms}$ de este camino con un movimiento de tierras de 7,850$^{ms3}$; esa misma rejión se enripió gastándose en ello 3,925$^{ms3}$ de ripio y se abrieron fosos en sus lados desmontando 7,850$^{ms3}$. En este mismo camino se hizo un puente de cal y piedra con 45$^{ms3}$ de mampostería.

Este trabajo fué contratado por don Marcelino Barrios quien lo terminó, y recibió la cantidad de 4,500 pesos, valor del contrato.

### CAMINO DEL TAMBO AL JUNCAL, INCLUYENDO EL CAMINO (CALLE NUEVA)

Se repararon 69,475$^{ms}$ emparejando el camino, con un movimiento de tierras de 46,650 metros cúbicos.

Este trabajo fue contratado por los señores Camus y Guzman por la cantidad de 9,330 pesos.

### CAMINO DEL JUNCAL Á LA CUMBRE

Se reparó en una estensión de 12,425$^{ms}$ con un movimiento de tierras de 18,325$^{ms3}$.

Este trabajo contratado por Camus, importó 2,600 pesos.

El puente de San Felipe se reparó con un gasto de 24 pesos.

### CAMINO DE CALLE LARGA

Se repararon 2,000$^{ms}$; para hacerlo hubo necesidad de ejecutar el movimiento de 3,000$^{ms3}$ de tierras, enripiando esa rejión con 1,000 metros cúbicos de material.

Este trabajo lo ejecutó don R. Villar por 600 pesos.

### CAMINO DEL PRIMER CRUCERO Á LAS TRES ESQUINAS

Se gastaron 300$^{ms3}$ de material en terraplenar 200$^{ms}$ de este camino.

Esta reparación la ejecutó don R. Villar por la suma de $ 100.

### CAMINO DE SANTA ROSA A SAN VICENTE

Se utilizó 300$^{ms3}$ de material en arreglar 300$^{ms}$ de este camino.

Don R. Villar ejecutó este trabajo por la suma de $ 100.

### CAMINO DE LA CALLE DE VILLARES AL PASO BASAURE

Se enripió una estensión de 2,000$^{ms}$ con 1,000$^{ms3}$ de material y un costo de $ 1,000, ejecutando el trabajo don R. Villar.

### CAMINO DE SAN RAFAEL Á CURIMÓN

Se reparó en una estensión de 500$^{ms}$ terraplenandolo con 1,200$^{ms3}$ de material.

Este trabajo lo ejecutó don R. Villar por la suma de $ 600.

### CAMINO DE LA RINCONADA

Se hizo una calzada de 150$^{ms}$ con 600$^{ms3}$ de ripio.

Este trabajo fué contratado en la suma de $ 150 por don V. Cataldo.

CAMINO DE CALLE NUEVA

Para reparar 500$^{ms}$ de este camino, hubo necesidad de hacer un movimiento de tierras de 900$^{ms3}$, que se ejecutó por don R. Villar, por la cantidad de $ 300.

CAMINO DE LA CALLE DE LOS FAROLES

Se repararon 300$^{ms}$ con un movimiento de tierras de 500$^{ms3}$. Este trabajo contratado por don R. Villar, importó $ 150.

**Valparaiso.**

El injeniero ha pasado datos tan incompletos que no han podido aprovecharse en la confección de esta memoria. El único resultado que ha podido sacarse de ellos, es que lo gastado en la provincia asciende á la suma de $ 7,521.75.

**Santiago.**

CAMINO DE CHUCHUNCO

En este camino entre la Pila del Ganzo y lo Ortúzar se hizo un camino convexo nuevo de 1,390 × 12$^{ms}$, construyendo en seguida para su desagüe, 1,574 × 1 × 1$^{ms}$ de fosos y 1,206 × 1.50 × 1.50$^{ms}$ de cunetas. Se hizo un enripiado de 1,200 × 6$^{ms}$ y rebajes que han dado 1,800$^{ms3}$ de desmontes.

Lo gastado en estos trabajos han sido $ 1,501.20 suministrados por la Intendencia.

CAMINO DE SANTA ROSA

Entre el Zanjon de la Aguada y el callejon de lo Castro se hizo un camino convexo de 712 × 10$^{ms}$ que se enripió en un ancho de 6 metros y al que se hizo fosos de 1 × 1$^{ms}$ en un lado y cunetas de 0.50 × 0.50$^{ms}$ en el opuesto. Se limpió una sección de 1,270 × 10$^{ms}$

sacándose $150^{ms3}$ de escombros; hízose un emplantillado de piedra de $59 \times 8 \times 0.50^{ms}$ y se repararon $250 \times 6^{ms}$ de camino convexo; en esta reparación y en tapar huellas y zanjas se gastó un terraplen de $255^{ms3}$.

En estos trabajos se gastó, de fondos de la Intendencia la cantidad de $ 962.

Con 55 pesos suministrados por la Dirección se reparó la cubierta de un puente existente en el mismo camino.

### CAMINO DE LA PENITENCIARIA

Se hizo un camino convexo de $173 \times 12$ metros con cunetas de $150^{ms} \times 0.50$; á ambos lados.

Se enripiaron $495^{ms}$ con un ancho medio de $6^{ms}$ y se repararon $655^{ms}$ de cunetas. Estos trabajos se hicieron con $ 498.70 suministrados por la Intendencia.

### CAMINO DE ÑUÑOA

Entre el camino de Cintura y Los Guindos, se hizo un camino convexo de $150 \times 12^{ms}$ con fosos de $1 \times 1^{ms}$ á un lado y al otro cunetas de $1.50 \times 0.50^{ms}$, hiciéronse otros dos trozos de camino, uno de $140 \times 4^{ms}$ con cuneta de $150 \times 0\ 40$ á un lado y al otro de $130 \times 5^{ms}$ con cunetas de las mismas dimensiones en uno de sus costados. Construyóse un emplantillado de piedra de $671 \times 5$, se enripió una sección de $760 \times 5^{ms}$ y se limpió el camino en una estensión de $880^{ms}$, borrando al mismo tiempo algunas huellas.

Los trabajos enumerados se hicieron por cuenta de la Intendencia con la cantidad de $ 1,499.85.

### CAMINO DE MELIPILLA (DEPARTAMENTO DE SANTIAGO)

Se hicieron 625 metros de camino convexo, con fosos á ambos lados; $1,720 \times 6^{ms}$ de enripiados; se repararon 2,000 metros de fosos y se taparon hoyos con un largo total de $410^{ms}$.

Estos trabajos fueron dados á contrata por la Intendencia, por la suma de $ 2,600.

Con 45 pesos suministrados por la misma Intendencia se reparó la cubierta del puente de la Aguada existente en ese camino, recibiendo el puente una nueva reparación con 90 pesos concedidos por la Dirección de Obras Públicas.

### CAMINO DE CONCHALÍ

Se hicieron 1.000 × 5ms de enripiados, se repararon 600ms de fosos y se quitó la piedra á 750ms de camino.

Este trabajo lo contrató la Intendencia por la suma de $ 1,220.

### CAMINO DE BARRAINCA

Se hicieron 300 × 2ms de camino convexo con fosos de 1 × 1 á ambos lados y una calzada de ripio de 6 × 0.20ms al centro; hiciéronse 450ms² de empedrados y dos puentes pequeños de cal y piedra con cubierta de madera.

El costo del trabajo fue de 662 pesos que suministró la Intendencia.

### CAMINO DE SAN JOSÉ DE MAIPO (DEPARTAMENTO DE SANTIAGO)

Se hicieron 217 × 1.20 × 1ms de fosos, se repararon otros con una longitud de 350ms y se taparon 40 metros de hoyos. Se reparó la cubierta del puente de la Aguada y se construyó uno de cal y ladrillo con cubierta de madera en el punto denominado «El Traro».

El gasto total fue de $480.40 suministrado por la Dirección.

### CAMINO DE APOQUINDO

Entre la plataforma de los carros y la Providencia se dió forma convexa á 150ms de camino á los que se hizo cunetas de 150 × 0.50ms á ambos lados, construyéronse 38 × 7ms de empiantillados de piedra, se taparon 12ms de hoyos y se enripiaron 198 × 6ms con 250ms³ de material estraídos del río Mapocho.

El valor de estas reparaciones fue de $ 285,925, cantidad suministrada por la Dirección.

### CAMINO DE SAN IGNACIO

Se repararon 550$^{ms}$ de fosos y se taparon 50 metros de hoyos, trabajo que importó la cantidad de 95 pesos, dados por la Dirección.

### GAMINO DE SANTIAGO Á CHACABUCO

Se hizo un camino convexo de 721 × 11$^{ms}$ y se repararon en diversas partes 585$^{ms}$, hiciéronse 573 × 1 × 1$^{ms}$ de fosos y 560 metros de emplantillados, y se enripió una sección de 538 metros. Ademas se repararon 5 puentes.

Estos trabajos fueron hechos por administración, y su costo fué de $ 2,295.50 que proporcionó la Intendencia.

Con fondos de la Dirección, se taparon 970$^{ms}$ de zanjas y se limpiaron los fosos de desagûes existentes en la cuesta de Chacabuco, importando estas reparaciones $ 806.45.

La Intendencia contrató ademas por la suma de $ 4,953.50 la ejecución de 490 × 6 metros de emplantillados de piedra, la limpia y ensanche de 31,100 metros de fosos y el rellenamiento de 14,800$^{ms}$ de huellas y zanjas.

### CAMINO DE COLINA Á LA ESTACIÓN Y LAMPA

Se limpiaron 435$^{ms}$ de fosos, se repararon 1,626$^{ms}$ de camino tapado hoyos y borrando huellas, se hizo un camino convexo de 163 metros y un enripiado de 172 × 6$^{ms}$.

El costo de estas obras fué de $ 438.20.

### CAMINO DE BATUCO Á LAMPA

Hizose un camino convexo de 703 × 10$^{ms}$ y 1.486 × 1 × 1$^{ms}$ de fosos; se borraron 2,250$^{ms}$ de huellas, se enripió una sección de 1,099 por 6 metros, haciendo al mismo tiempo 170$^{ms}$ de emplantillados y 134 metros de pirca. Se construyó un puente de cal y piedra con cubierta de madera, sobre el zanjon de Viluco y se repararon dos rampas.

En esto se invirtieron $ 1,100.40, de los cuales $ 300 fueron erogados por los vecinos.

En el camino de Labra se hicieron 200 metros de calzada con 100 pesos.

### CAMINO DEL OLIVAR

Se repararon 1,375 metros de camino convexo tapando hoyos y borrando huellas, 2,750 metros de desagües y 500 metros de calzada, invirtiéndose $ 1,100.

### CAMINO DE LO DE LOBO

Se terraplenaron 1,200 metros de camino convexo y se reparó una calzada de $400^{ml}$, invirtiendo en estos trabajos $ 500.

Con el objeto de protejer el camino contra el estero de San Vicente se hizo con piedra de cerro un fretil de 112 × 2.50 × 1.50 metros, que importó $ 2,800.

## Curicó.

### CAMINO DE CURICÓ Á VICHUQUEN

Se hizo un camino inclinado de 2,062 metros con ancho variable entre 6 y 8 metros desmontando $13,403^{ms3}$ que se aprovecharon en terraplenar el mismo camino; se construyeron $300^{ms2}$ de rampa de piedra de cerro; se hicieron 591 metros de fosos que dieron un desmonte de $298^{ms3}$ que se aprovechó en rellenar las hoyadas á 344 metros de camino que recibió ademas una capa de ripio con un volúmen de $104^{ms3}$ y se hizo un puente de cubierta de madera sobre muros de piedra seca.

Estos trabajos hechos por administración importaron $ 2,596.87.

Con el señor Celestino Vargas se contrataron otras reparaciones por valor de $ 1,200, pero aun, no se ha entregado el trabajo.

### PUENTE DEL MORRILLO

Se hicieron dos rampas de acceso con un largo de 16 metros, dos muros de piedra seca de 5 × 2 × 2 metros cada uno, con un volúmen total de 400 metros cúbicos y sobre los que se colocó la enmadera-

ción. Este trabajo importó $ 65. En seguida para defender este puente se hizo algunos pircados con un volúmen de $39^{ms3}$ y se colocaron 6 pies de cabras que se rellenaron con pie dra, importando esta defensa $ 123.90.

### CAMINO DE CINTURA

Se hizo una calzada de ripio de $39 \times 11^{ms}$, se rellenó un zanjon de $22 \times 6^{ms}$ entrando en ésto un terraplen de $245^{ms3}$; se hizo 5 acequias con muros y emplantillados de cal y piedra, siendo su largo total de $85^{ms}$, el volúmen de sus muros $81,3^{ms3}$ y la superficie del emplantillado $69.6^{ms2}$, construyéndose en seguida, un puente sobre cada una de estas acequias.

Estos trabajos fueron dados á contrata.

### CAMINO DEL BOLDO

Se reparó en una extensión de 625 metros, rellenando con ripio varios bajos, siendo $144^{ms3}$ el volúmen del terraplen empleado, de los cuales $50^{ms3}$ fueron el producto de la limpia y ahondamiento de 865 metros de fosos.

Este trabajo lo hizo don Roberto Márquez por $ 400.

### CAMINO DE CURICÓ Á LA CORDILLERA

Se hicieron $1,982 \times 1 \times 1^{ms}$ de fosos, aprovechando los $1,616^{ms2}$ de desmontes en terraplenar $1,982 \times 6^{ms}$ del camino.

Se dió forma convexa á 250 metros con el desmonte de otros $500 \times 1 \times 1$ metros de fosos.

Estas reparaciones se hicieron á contrata por $ 1,079.29.

### DIVERSAS SECCIONES DE ESTE MISMO CAMINO

Con un largo de 526 metros han sido ensanchados en cantidades que varian entre 1 y 3 metros, desmontándose $426.750^{ms3}$ de roca dura y haciendo un terraplen de $18^{ms3}$; así mismo se limpiaron otras secciones con una lonjitud de 27,500 metros á los cuales se taparon

tambien algunos hoyos y huellas, reparándose ademas, 2 puentes de madera.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron 1,430 pesos.

Ademas, se hicieron por contrata 570 metros por 0.50 × 0.50 de cunetas, que dieron $71^{ms3}$ de desmonte que se repartió en la sección correspondiente del camino, y varios otros trabajos, con un gasto de $ 521.36 de los cuales, $ 130.34 fueron erogados por los vecinos.

### CAMINO DEL ROMERAL

Se abrieron 684 × 1 × 1 metros de fosos, que dieron un desmonte de $684^{ms3}$; despues de dar con esos escombros la forma convexa á una seccion de 342 metros, se la enripió con $205^{ms3}$ de material.

Este trabajo se hizo por contrata y por la cantidad de $ 331.64.

### CAMINO DE CURICÓ Á LOS NICHES

Se repararon 9,536 metros de camino, haciendo algunos rebajes y llenando hoyos con el material proveniente de la apertura de 695 × 1 × 1 metros de fosos y la limpia de otros con un largo de 570 metros. El movimiento de tierras ha sido de $1,245^{ms3}$ de desmontes y $1,470^{ms3}$ de terraplen.

Este trabajo, hecho á contrata, importó $ 500.

### CAMINO DE LA OBRA

Se hicieron 2,620 × 1.50 × 1 metros de fosos dando $3,275^{ms3}$ de desmonte que sirvió para rellenar 1,000 metros de camino convexo.

Este trabajo se hizo por contrato, por $ 980.95.

Al puente sobre el río Guaiquillo se hicieron por administración algunas obras de defensa que consistieron en un muro de piedra de $11.30^{ms}$ × 1.50 × 2.60 con $44^{ms3}$, se hizo un terraplen de $54^{ms3}$ de piedra: se colocaron 4 pies de cabra y se revistió uno de los estribos del puente con siete tablones de roble.

Lo gastado en estas defensas fueron $ 199.72.

### CAMINO DE CURICÓ Á LONTUÉ

Don S. Castro contrató por $ 850 la reparación de este camino habiendo ejecutado hasta fines del año 2,838 metros de fosos con un desmonte de 2,050$^{ms^3}$ y limpiando 1,572 metros de los existentes; el desmonte proveniente de estos trabajos se ocupó en dar la forma convexa á 2,115 metros del camino y por fin se enripió una región de 490 metros de camino con 232$^{ms^3}$ de material.

Al contratista le quedan por ejecutar aun algunos trabajos.

### GAMINO DE TENO Á COMALLE

Don N. Quintanilla reparó este camino en una estensión de 665 metros, tapando hoyos con un volúmen de 563$^{ms^3}$ y recibiendo por ello la suma de 500 pesos.

### CAMINO DE LA QUINTA Á CHÉPICA

Se hicieron 2,290 metros de fosos, desmontando 2,332$^{ms^3}$ que se aprovecharon en dar forma convexa á 1,859 metros del camino.

Este trabajo lo hizo don Manuel B. García por 700 pesos.

En el mismo camino don R. Clavel abrió 1,185 × 1 × 1 metros de fosos que dieron un desmonte de 546$^{ms^3}$ y reparó otros con un largo de 1,291 metros y un desmonte de 77$^{ms^3}$, se arreglaron 3,565 metros de camino dando forma convexa y tapando hoyadas, y de los cuales, se enriplaron 1,090 metros, empleando en estas reparaciones un terraplen de 1,750 metros cúbicos.

El importe de estas obras ha sido de 1,000 pesos.

### CAMINO DE CHÉPICA Á CUNACO

Se abrieron 6,180 × 1 × 1 metros de fosos que dieron un desmonte de 6,180$^{ms^3}$ que se aprovechó en dar la forma convexa á 3,040 metros de camino en un ancho de 13 metros.

Este trabajó lo ejecutó don Manuel R. García por la cantidad de 2,500 pesos.

### CAMINO DE SANTA CRUZ Á CHOMEDAGÜE

Se abrieron 517 metros de fosos y se limpiaron otros con igual longitud, dando un desmonte total de 375 metros cúbicos y que se aprovechó en dar la forma convexa á 517 metros de camino, que se enripió en seguida, con 390 metros cúbicos de material.

Este trabajo lo hizo don Juan B. Saavedra, por 400 pesos.

### CAMINO DE SANTA CRUZ Á LOLOL

Se limpiaron 3,400 metros de fosos y se repararon 424 metros de camino, tapando hoyos y enripiando algunos trozos con un terraplen de 400 metros cúbicos.

Este trabajo lo ejecutó don Pedro N. Cuevas, por 720 pesos.

### CAMINO DEL MATAQUITO

Se hizo un camino convexo de 184 × 10 metros, desmontando 523 $^{ms3}$, y uno inclinado, de 60 × 7 metros con una escavación de 300 metros cúbicos, se abrieron 200 metros de fosos que dieron un desmonte de 300 metros cúbicos y se repararon 310 metros de camino con un terraplen de 504 metros cúbicos.

### CAMINO DE LAS SALINAS

Se desmontaron 805$^{ms3}$ para hacer un camino inclinado de 115 × 7 metros, se repararon 15 metros de camino inclinado ensanchándolo en un metro con un desmonte de 16 metros cúbicos y 37 metros de camino convexo, tapando hoyos con un terraplen de 85 metros cúbicos y haciendo dos calzadas de 6 × 7 metros cada una con un terraplen total de 105 metros cúbicos.

Este trabajo se hizo por administración pero no hay datos exactos sobre su costo.

### CAMINO DE PUNTIQUEN Á ILOCA

Se hizo un camino convexo de 70 metros lineales, desmontando 8,$^{ms3}$ que se repartieron en el mismo camino y se repararon 200

metros de camino convexo, emparejando y rellenando hoyadas con un desmonte de 262 metros cúbicos y 226 metros cúbicos de terraplenes; se construyó un camino inclinado de 706 metros, desmontando 210 metros cúbicos y se ensanchó en 1 metro otra sección de 161 metros, haciendo un desmonte de 312 metros cúbicos; se abrieron 43 × 1 × 0.50 metros de fosos, haciendo una escavación de 20 metros cúbicos y se hizo un muro de piedra seca de 5 × 1 × 1.20.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron $ 130.10.

### CAMINO DE VICHUQUEN Á CURICÓ

Se hizo un camino convexo de 550 × 10 metros, desmontando 2,400$^{ms3}$; se abrieron 3,164 × 1 × 1 metros de fosos que dieron 2,780 metros cúbicos de desmonte aprovechado en dar forma convexa á 1,542 metros de camino plano; se repasaron 545 metros de camino inclinado haciendo algunos rebajes y tapando hoyadas con un movimiento de tierra representado por 127 $^{ms3}$ de desmonte y un terraplen de 30$^{ms3}$, se hizo un camino inclinado de 340 × 7 metros y el desmonte de 510$^{ms3}$ que hubo necesidad de hacer, se aprovechó en terraplenes del mismo camino; se separaron 1,440 metros de fosos con un desmonte de 57$^{ms3}$ que sirvió para terraplenar 61 metros de camino convexo y por fin, se hizo una calzada de 36 × 10 metros y una alcantarilla de piedra seca.

Estos trabajos se hicieron por administración, pero no hay datos exactos sobre su valor.

## Talca

### CAMINO GENERAL DEL NORTE

Se hicieron 150 metros de camino convexo y 50 de camino inclinado; se abrieron 700 × 1 × 0.75 de fosos y se repararon otros con una longitud de 2,050 metros, siendo el desmonte total de 2,000$^{ms3}$; se hizo un enripiado de 450 × 5 metros y dos puentes sobre los fosos de desagües.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron 1,500 pesos.

### CAMINO GENERAL DEL SUR

Se abrieron $1,500^{ms} \times 1 \times 0.75$ de fosos y se limpiaron otros en un largo de 1,500 metros; el desmonte de $1,450^{ms3}$ se aprovechó en terraplenar 2,000 metros de camino convexo; se reparó un puente cambiándole la cubierta.

Estos trabajos se hicieron por administración con la cantidad de 1,000 pesos.

### CAMINO DE PERALES

Se abrieron $40 \times 1 \times 0.75$ metros de fosos y se limpiaron 50 metros de los existentes; el desmonte se aprovechó en dar forma convexa á 150 metros de camino.

Estos trabajos importaron 96 pesos.

### CAMINO DEL ORIENTE

Se hicieron 300 metros de camino convexo; y se repararon 400 metros camino convexo y 200 metros de camino inclinado, tapando hoyos y haciendo algunos rebajes; se abrieron 200 metros de fosos y se repararon 150 metros; se hizo por último una calzada de 20 metros lineales. El movimiento de tierras ha sido de $1,000^{ms3}$ de desmontes y 300 $^{ms3}$ de terraplen; por último se hizo un puente de $12 \times 5$ metros de albañilería y madera.

El importe de estas obras fué de $ 1,263.80.

### CAMINO ORIENTE DEL LIRCAY

Se hizo chaflanes á ambos lados del camino en un largo de 400 metros y sus desmontes sirvieron para rellenar los hoyos de esa región del camino, se hizo también $17 \times 5$ms. de enripiados á carreta.

El costo de estos trabajos fué de 200 pesos.

En el camino de Queri se repararon 20 metros de enripiados con $ 20 erogados por los vecinos.

### CAMINO DE LA COSTA

Se hicieron 1,252 metros de camino convexo nuevo y 1,500 de camino inclinado, estando el movimiento de tierras representado por 9,380ms³ de desmontes y 1,512ms³ de terraplén; se abrieron 5,384 metros de fosos que dieron un desmonte de 1,800ms³ y se hicieron dos puentes de albañilería de 2 × 5 ms. y un volúmen de 15 metros cúbicos.

Lo invertido en este trabajo han sido 3,910 pesos.

### CAMINO DE LA CORDILLERA

Se hizo un camino convexo nuevo de 2,030 ms. con el desmonte proveniente de la apertura de 1,360 × 0.80 × 0.60 ms. de fosos y la limpia de otros con un largo de 600 metros, siendo el volúmen del desmonte 4,225ms³, y el del terraplén de 800ms.³ Con el objeto de protejer el camino contra el río Claro se ha hecho un pretil de piedra seca y con un volúmen de 990 metros cúbicos.

Estos trabajos se hicieron á contrata por la suma de 2,000 pesos.

### CAMINO DE LA ESTACIÓN DE MOLINA

Se repararon 4,875 metros de camino tapando hoyos y haciendo algunos rebajes; se dió la forma convexa á una sección de 1,875 ms. con el desmonte de 3,750 × 1 × 0,75 metros de fosos, se hizo un enripiado de 687 × 5.5ms.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron 1,000 pesos.

### CAMINO DE PUYO Á PETEROA

Se repararon 6,915 metros de camino convexo rebajando algunos *altos* y tapando hoyos y huellas, se abrieron 11,275 × 0.80 × 0.65ms. de fosos y se limpiaron otros con una longitnd de 1,250ms., además se hizo un enripiado de 3,862 × 5ms.

Este trabajo se hizo por administración é importó $ 6,421, de los cuales 1,200 fueron erogados por los vecinos.

CAMINO DE PETEROA Á MOLINA

Se abrieron 1,046 × 1 × 0.75ms. de fosos haciendo con los desmontes un camino convexo de 578 metros y reparando 9,875 metros del camino existente; se hizo también una calzada de ripio de 1,674 × 5 metros.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron 1,366 pesos.

CAMINO FRONTERIZO

Se abrieron 200 × 1 × 0.75ms. de fosos; dióse forma convexa á 330 metros de camino con un terraplén de 439ms³, y se taparon hoyos y borraron huellas á una sección de 1,500 metros.

Este trabajo se hizo por administración y se invirtió en él $ 500.

## Maule

CAMINO DE CAUQUENES Á QUIRIHUE

Se hicieron 588 × 10 metros de camino convexo gastándose para levantarlo un terraplén de 1,122 metros cúbicos; se repararon 272 metros de camino convexo rebajando algunos *altos* con un volúmen de 169ms³ y tapando hoyos con 590ms³ de terraplén; 8,582 metros de camino inclinado sufrieron una reparación análoga desmontándose 2,253$^{ms^3}$ y gastando 2,560$^{ms^3}$ de terraplén. Se abrieron 9,510$^{ms}$ de fosos que dieron un desmonte de 3,021$^{ms^3}$; se hizo una calzada de ripio de 372 × 5.5$^{ms}$ y se repararon tres alcantarillas.

Estas reparaciones importaron $ 1,620.38.

CAMINO DE CAUQUENES Á CHANCO, POR LA VEGA

Se repararon 6,224 metros de camino convexo rebajando los bordes y rellenando hoyadas, siendo el desmonte 1,719$^{ms^3}$ y el terraplén 4,321 metros cúbicos; se hizo un camino convexo de 63 × 10 metros desmontando 78 metros cúbicos, y se ensanchó en 0.80$^{ms}$ una región de 50 metros de camino inclinado, con un desmonte de 16 metros cúbicos. Se hizo una calzada de ripio de 1,020 × 5$^{ms}$ con 754$^{ms^3}$ de

material y se repararon cuatro alcantarillas. En estas reparaciones se invirtieron $ 1,088.41.

CAMINO DE CAUQUENES Á CONSTITUCIÓN, POR MOLCO

Se abrieron 268 metros de fosos que dieron un desmonte de 428 metros cúbicos, y se sacaron $28^{ms3}$ de material de la limpia de 143 metros de desagües. Se hicieron $124.^{ms}$ de camino convexo nuevo con $310^{ms3}$ de terraplén, y se repararon $1,073^{ms}$ de camino convexo y 510 de camino inclinado con un movimiento de tierras representados por $533^{ms3}$ de desmontes y $741^{ms3}$ de terraplén, haciéndose también una calzada de ripio de 176 × 5 metros.

Estos trabajos se hicieron por administración.

Por contrata se hicieron $1,098^{ms}$ × 8 de camino inclinado y 580 × 10 metros de camino convexo, haciendo á este último una calzada de maicillo en toda su extensión. Se abrieron 945 × 1.50 × 1 metros de fosos y se construyeron dos alcantarillas.

El total de lo invertido en este camino alcanza á $ 2,626.71.

CAMINO DE CAUQUENES Á CURANIPE

Se repararon 16,650 metros de camino inclinado emparejándolo y tapando hoyadas y zanjas, gastándose un terraplén de $2,449^{ms3}$ y desmontando 2,248 metros cúbicos; se hicieron 4,950 × 0.50 × 0.40 metros de fosos dieron un desmonte de $437^{ms3}$. Se hizo un puente con 115 metros cúbicos de albañilería y cubierta de madera; se construyeron 4 alcantarillas y se repararon dos puentes y cinco alcantarillas.

El total de lo invertido suma $ 1,364.59.

CAMINO DE CAUQUENES Á PARRAL

Se repararon 1,161 metros de camino convexo y 479 metros de camino inclinado ensanchándoles en parte y tapando hoyadas, siendo 590 metros cúbicos el volúmen de los desmontes y 917 el de los terraplenes. Se construyeron dos puentes de madera de 7 × 5 metros cada uno y con un volúmen total de albañilería de 131 metros cúbicos; con el objeto de facilitar el acceso á estos puentes se hicieron

terraplenes con un volúmen de 404 metros cúbicos y una calzada de ripio de 94 × 5 metros. Se hicieron 63 × 10 metros de camino convexo con fosos de 150 × 1$^{ms}$ á ambos lados, y se rozó y destroncó una sección de camino inclinado de 1,850 metros cambiándose por último la ubicación de un puente de madera al que se hizo terraplenes de acceso con un volúmen de 150 metros cúbicos.

Lo invertido en este camino alcanza á $ 2,362.76.

### CAMINO DE CAUQUENES Á SAUZAL

Con un gasto de $ 72.60 se terraplenaron sus zanjas y hoyos á 2,336 metros de camino inclinado y 500 metros convexos, gastándose un terraplén de 328 metros cúbicos.

### CAMINO DE CAUQUENES Á SAN JAVIER

Se emparejaron y terraplenaron 781 metros de camino convexo desmontándose 270 metros cúbicos y haciendo un terraplén de 318 metros cúbicos, y 612 metros de camino inclinado con 186 de desmonte y 192 metros cúbicos de terraplén.

Se invirtió en este camino la suma de $ 290.05.

### CAMINO DE QUIRIHUE A CHILLÁN

Se hizo un camino inclinado de 5,418 × 7 metros desmontando 23,847 metros cúbicos; y 266 × 10 metros de camino convexo gastando 141 metros cúbicos de terraplén y desmontando 227 metros cúbicos.

Se repararon 6,860 metros de camino inclinado ensanchándolo en partes y rellenando hoyos y zanjas, siendo 382 metros cúbicos el volúmen de los terraplenes y 838 metros cúbicos el de los demontes; y se compusieron 886 metros cúbicos de camino convexo emparejándolo con 180 metros cúbicos de desmonte y 190 metros cúbicos de terraplén; se abrieron 8,451 metros de fosos que dieron un desmonte de 760 metros cúbicos, siendo de 19 metros cúbicos el producto de la limpia de 362 metros de desagües; se hicieron en diversas partes 240 metres cuadrados de rampa y murallas de piedra de 21 metros de largo.

Lo invertido en este camino alcanza á $ 5117.25.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á ITATA

Se emparejaron 6722 metros de camino inclinado haciendo algunos rebajes que dieron un desmonte de $561^{s3}$ y tapando hoyos y zanjas con $382^{ms3}$ de terraplen; se repararon 4302 metros de fosos con un desmonte de $330^{ms3}$. Se hicieron $42^{ms2}$ de rampa, se repararon 2 alcantarillas con $9^{ms3}$ de albañilería haciéndole á la vez terraplenes de acceso con $15^{ms3}$, y se reparó un puente.

Lo gastado en este camino fueron $ 328.90.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á SAN CÁRLOS

Se hicieron 285 × 7 metros de camino convexo y se repararon 2487 metros de camino de la misma forma con un desmonte total de $835^{ms3}$ y $120^{ms3}$ de terraplen.

A 235 metros de camino inclinado se le dió un mayor ancho de 2 metros y se limpió una sección de 687 metros desmontando $270^{ms3}$; se abrieron 786 metros de desagües y se repararon 588 metros con un desmonte total de $274^{ms3}$; se hicieron varias rampas con una superficie de $1.42^{ms2}$ y una calzada de ripio de 145 metros liniales.

Lo gastado en este camino asciende á $ 408.50.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á COLQUECURA

Se hizo un camino convexo de 425 × 10 metros desmontando $74^{ms3}$ y con un terraplen de $485^{ms3}$ se repararon 4424 metros de camino de la misma forma con un terraplen;de $100^{ms3}$; se abrieron 48 metros de camino inclinado y se repararon 7746 metros con un desmonte de $376^{ms3}$ y $232^{ms3}$ de terraplen; se hicieron 672 metros de fosos y se repararon 916 metros con un desmonte total de $434^{ms3}$; se hizo $126^{ms2}$ de rampla y una calzada de ripio de 22 metros liniales.

Se gastó en este camino la suma de $ 263.60.

### CAMINO DE NIHUE Á POCILLAS

Se hizo un camino convexo de 577 metros con un desmonte de $78^{ms3}$ y $144^{ms3}$ de terraplen; se repararon 2800 metros de camino convexo y 597 metros inclinados, con un desmonte de $60^{ms3}$ y un terraplen de $260^{ms3}$; se abrieron 570 metros de desagües con un desmonte de $528^{ms3}$ y se hizo una rampla de 6 metros lineales.

Lo invertido en estas obras suma $ 200.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á CAUQUENES

Se repararon 22 metros de camino convexo y 6645 metros inclinados desmontando $436^{ms3}$ y gastando un terraplen de $479^{ms3}$, consistiendo la reparación en hacer algunos rebajes y tapar zanjones y hoyadas.

Los gastos ascendieron á $ 150.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á COLMUNYADO Y BOCA DE ITATA

Se hizo un camino inclinado de 97 × 5 metros con un desmonte de $291^{ms3}$; se hicieron 573 × 0.50 × 0.40 metros de fosos y se repararon otros con un largo de 846 metros y un desmonte total de $165^{ms3}$; se repararon 5110 metros de camino convexo rebajando barranquillas que dieron un desmonte de $385^{ms3}$ aprovechados en tapar hoyos y borrar huellas, y se hizo una rampa de $24^{ms2}$.

Estos trabajos importaron $ 158.40.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á POCILLAS

Borrando zanjas y hoyadas y rebajando los bordes se repararon 6080 metros de camino convexo y 2000 metros inclinados con un desmonte total de $260^{ms3}$ y un terraplen de $312^{ms3}$.

Se hicieron 148 × 6 metros de camino inclinado y 317 × 10 metros convexos, siendo el volúmen total de los desmontes $444^{ms3}$ y el de los terraplenes $489^{sm3}$, y desmontando $141^{ms3}$, se abrieron 378 × 0.80 × 0.50 metros de fosos.

Lo gastado en estas reparaciones fueron $ 271.

### CAMINO DE PORTEZUELO Á BALZAS DE SOTO

Se hizo un camino inclinado de 312 metros y un desmonte de $468^{ms3}$; se repararon 4121 metros de camino convexo tapando algunos zanjones con un volúmen de terraplen de $494^{ms3}$, y se abrieron 251 × 0.40 × 0.30 metros de fosos que dieron $30^{ms3}$ de desmonte.

Se invirtió en este trabajo $ 150.62.

### CAMINO DE PORTEZUELO AL PUENTE DE ITATA

Se repararon 3582 metros de camino convexo tapando zanjones y hoyos con un volúmen de $768^{ms3}$ de terraplen; se abrió un camino nclinado de 46 metros haciendo un desmonte de $103^{ms3}$; de la apertura de 478 × 0.40 × 0.50 metros de fosos resultó un desmonte de $95^{ms3}$.

Estos trabajos importaron $ 148.40.

### CAMINO DE NINHUE AL PUENTE DE ITATA

Se repararon 4560 metros de camino convexo quitando la piedra y tapando hoyos y zanjas; se hizo un camino inclinado de 197 × 5 metros y se rellenó con piedra un barranco de 2 × 1.50 × 1.80.

Estos trabajos importaron $ 200.

### CAMINO DE NINHUE AL RÍO ITATA

Se revisó en una estensión de 10,765 metros tapando los hoyos y zanjas y se hizo un camino inclinado de 403 × 4 metros.

Estos trabajos importaron $ 250.

### CAMINO DE PORTEZUELO Á CHILLAN

Con la cantidad de $ 200 se hizo un camino inclinado de 441 × 6 metros y se repararon 2633 metros emparejando el camino y tapando sus hoyos.

### CAMINO DE LA CAPILLA AL PUENTE DE ITATA POR TREHUACO

Se invirtieron $ 250 en hacer 1500 × 6 metros de camino convexo, haciendo en seguida una calzada de esas dimensiones.

### CAMINO DE PORTEZUELO Á QUIRIHUE

Se revisó en una estensión de 10177 metros tapando hoyos y zanjas; se hizo un camino convexo de 167 × 5 metros y una calzada de ripio de 15 × 6 metros.

Estos trabajos importaron $ 300.

### CAMINO DE COLQUECURA Á BOCA DE ITATA

Se hizo un camino inclinado de 607 × 5 metros y otro convexo de 83 × 10 metros; se arreglaron 4274 metros de camino planó tapando hoyos y quitando la piedra suelta, é hiciéronse 25 × 5 metros de calzada.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 300.

### CAMINO DE BUCHUPUREO Á COLQUECURA

Se revisaron 3350 metros de camino inclinado y 512 metros convexos, limpiándolos y emparejándoles, y se hizo un camino inclinado de 140 × 6 metros, importando estos trabajos $ 300.

### CAMINO DE BUCHUPUREO Á CAUQUENES Y CURANIPE

Se abrieron 1,581 × 0.40 × 0.50 metros de fosos con $700^{ms3}$ de desmontes; se taparon los hoyos á 3,890 metros de camino; se hizo uno inclinado de 1,051 × 4.5 metros y una alcantarilla.

Este trabajo importó $ 300.

### CAMINO DE COLMUNYADO Á BOCA DE ITATA

Se abrieron 4,132 × 0.40 × 0.30 metros de fosos aprovechando los desmontes en terraplenar 7,900 metros de camino plano, y se hicieron 112 × 4 metros de camino inclinado.

Estos trabajos importaron $ 200.

### CAMINO DE QUIRIHUE Á ITATA

Se reparó en una estensión de 11,273 metros tapando hoyadas; se repararon 3 puentes de madera; se hizo 14 metros de calzada y se repararon 2 alcantarillas.

Estos trabajos importaron $ 216.10.

### CAMINO DE CONSTITUCIÓN Á CAUQUENES, POR LA COSTA

Se ensanchó en 1.50 metros una sección de 5321 metros de camino inclinado desmontando 3,785$^{ms3}$; se hizo una calzada de ripio de 3,986 × 5 metros; se hizo un terraplen de 1306$^{ms3}$ y se quitó del camino piedras con un volúmen de 43$^{ms3}$, importando estas reparaciones $ 2,270.45.

### CAMINO DE CONSTITUCIÓN Á CAUQUENES POR EMPEDRADO

Se ensanchó y compuso una sección de 1,050 metros de camino inclinado desmontando 525$^{ms3}$ que sirvieron para enripiar esa misma región en un ancho de 5 metros; se terraplenó un bajo de 48 × 7 × 5 con un volúmen de 930$^{ms3}$ y se compuso el puente de los Carrizos.

Estos trabajos importaron 960,72 pesos.

### PUENTE DEL CAUQUENES

Se le cambió poste de la cubierta; se reforzaron sus pilotes y se terraplenaron los caminos de acceso con 765$^{ms3}$ de material. El importe de estas reparaciones fué de 466.50 pesos.

### PUENTE DE PINO EN TALCA

Se arregló la cubierta cambiando parte de ella; se hizo en uno de los machones una obra de albañileria de 18$^{ms3}$. y se rebocaron 200$^{ms2}$.

Estas reparaciones se hicieron con la suma de 674.30 pesos.

## Linares.

No hay datos.

## Ñuble.

### CAMINO DE CHILLAN Á TOMÉ

Se repararon 1,730 metros de camino convexo formándole una calzada de 5 metros de ancho y rebajando sus orillas; se hizo un enripiado de 192 × 8 metros y se abrieron 835 metros de fosos. El movimiento total de tierras ha sido de 2,352 metros de terraplen y 1,874 metros de desmonte.

Lo gastado en este camino ascendió á la cantidad de 1,000 pesos.

### CAMINO DE CHILLAN Á PINTO Y LAS TERMAS

Se repararon 2,472 metros de camino convexo tapando hoyos y emparejándolo: se quitó la piedra á 54,000 metros de camino de la misma forma; se abrieron 2,800 metros de fosos nuevos y se repararon 1,077 metros de los existentes; se hizo 3,700 × 5 metros de enripiados y se repararon 7 pequeños puentes de madera.

El movimiento de tierras está representado por 4,837$^{ms3}$. de desmontes y un terraplen de 3,852$^{ms3}$, ascen diendo el gasto á la cantidad de 4,513.60 pesos.

### CAMINO DE CHILLAN Á QUIRIHUE

Se abrieron 2,000 metros de fosos que dieron un desmonte de 3,120$^{ms3}$, y se hizo una calzada de ripio de 263 × 5 metros.

Estos trabajos importaron $ 500.

### CAMINO DE CHILLAN Á COIHUECO Y NIBLINTO

Se abrieron 490 × 1.60 × 1.25 metros de fosos que dieron un desmonte de 980$^{ms3}$. aprovechado en hacer 440 metros de calzada.

Estos trabajos importaron 500 pesos.

### CAMINO DE CHILLAN Á CATO Y ALICO

Se repararon 1,301 metros de camino convexo, terraplenándolo y rellenando hoyadas con un volúmen de terraplen de 2,340$^{ms3}$; se abrieron 1,574 × 1.50 × 0.80 metros de fosos, y se repararon otros

con un largo de 907 metros, obteniéndose un desmonte total de 1,687 ms. ccs. y gastandose 500 pesos.

### CAMINO DE CHILLAN Á SAN CÁRLOS

Se construyeron dos puentes de madera, de 4 × 5 metros el uno y de 6 × 5 metros el otro, y se abrieron 600 × 1.60 × 0.50 metros de fosos que dieron un desmonte de 480 metros cúbicos.

Estos trabajos importaron la suma de 200 pesos.

### CAMINO DE CHILLAN Á SAN IGNACIO

Se reparó el puente «El Salto» arreglándole la cubierta y enripiandolo en toda su estensión: se hizo una calzada de ripio de 110 × 6 metros y se abrieron 175 × 0.90 × 0.50 metros de fosos que dieron un volúmen de desmonte de 80 ms. ccs.

Lo invertido en estos trabajos suma 110.90 pesos.

### CAMINO Á VEGA DE JIMENEZ

Se repararon 283 metros de camino convexo, terraplenándolo y borrando zanjas con 1,500 ms. ccs. de material: se construyó un puente de madera de 7 × 5 metros y se hizo una calzada de ripio de 180 × 7 metros.

Se gastó en estas reparaciones la suma de 452 pesos.

### CAMINO DE CINTURA DE CHILLAN

Se hizo una calzada de ripio de 100 × 4 metros y algunos terraplenes con un volúmen de 100 ms. cc., gastándose 110 pesos.

### CAMINO DE SAN CÁRLOS Á SAN FABIAN

Se abrieron 4,765 metros de fosos sacándose un desmonte de 5,000 ms. cc., y se repasaron otros con un largo de 1,250 metros; se repararon 2,365 metros de camino convexo, tapando hoyos y zanjas con un terraplen de 1,387 ms. cc., y se construyó una calzada de ripio de 1,240 × 5 metros.

Se invirtió en estos trabajos la cantidad de $ 2,733.74.

### CAMINO DE SAN CÁRLOS Á PARRAL

Se construyeron tres puentes de madera de las siguientes dimensiones: 8 × 7 metros; 5 × 7 metros y 4 × 7 metros; y se repararon cinco que se encontraban en mal estado; se abrieron 1,502 × 1.50 × 1 metros de fosos y se limpiaron otros en una lonjitud de 435 metros, aprovechándose el desmonte, 1,800 ms. cc. en terraplenar 1,169 metros de camino convexo.

El costo de esta reparaciónes ascendió á $ 1,316.81

### CAMINO DE SAN CÁRLOS Á CHILLAN

Se abrieron 1,287 × 1.30 × 1.50 metros de fosos y se repararon 50 metros de los exitentes, obteniéndose un desmonte de 1,650 metros cúbicos aprovechándo en terraplenar 982 metros de caminos convexo; se hizo un puente de madera de 8 × 7 metros y se repararon tres que se encontraban en mal estado.

Se invirtió en esta reparaciones la suma de 1,165.53 pesos.

### CAMINO DE SAN CÁRLOS A NAHUELTORO POR PORMUYETO

Se abrieron 2,540 × 1.40 × $1^{ms}$. de fosos que produjeron un desmonte de $4,200^{ms3}$ que se aprovechó cnn otro material en levantar $2,530^{ms}$ de camino convexo, para lo que se empleó un terraplen total de $6,985^{ms3}$.

Estas reparaciones importaron $ 1,468.30 de los cuales $ 468.30 eran de fondos del año 1888.

### CANINO DE SAN CÁRLOS A QUIRIGUE

Se hicieron 2,890 × 1 × $1^{m}$ de fosos con un desmonte de $2,890^{ms3}$ reparándose con este material varias secciones en una lonjitud de $1,945^{ms}$ de camino convexo.

Estos trabajos importaron $ 806.10 de los cuales $ 306.10 eran sobrante del año 1888.

### CAMINO DE SAN CÁRLOS Á CAUQUENES

Se hicieron 1,134 × 1.50 × 1 metros de fosos que dieron un desmonte de 1,750 ms. cc.; se repararon 1,316 metros de camino convexo tapando hoyos y tarraplenandolo con 3,500 ms. cc. de material, reparándose por último 4 pequeñas puentes de madera.

Lo invertido en estos trabajos suma la cantidad de 858.79 pesos siendo 358,83 pesos sacados de los fondos sobrantes del año 1888.

### CAMINO DE YUNGAY A LA ESTACIÓN DE ITATA

Con la cantidad de $ 1,000.50 se repararon 836 metros de camino convexo y dos puentes de maderas.

### CAMINO DE YUNGAY A LA ESTACIÓN DE CABRERO

Se repararon 1,285 metros de camino convexo con un gasto de 500 pesos.

Con la suma de 600 pesos se repararon 1,870 metros de camino convexo que de Yungay conduce á Los Ángeles por Cholguan.

En el camino de Yungay á las Cruces se invirtió la cantidad de 300 pesos en reparar 480 metros de camino convexo. La reparación de 275 metros de camino convexo que se ejecutó en el camino que conduce de Pemuco á Chillan se hizo por contrata por la cantidad de 500 pesos.

### CAMINO DE PEMUCO A LA ORILLA DEL CÁRMEN

Se repararon 131 metros de camino invirtiendo en él la suma de 289 pesos.

### CAMINO DE BULNES A LA MONTAÑA

Se hizo un puente de madera de 1 × 5 metros y con el objeto de rectificar el camino se cambiaron tres pequeñas puentes y se hizo una calzada de ripio de 18 × 2 metros.

Importaron estos trabajos la cantidad de 20 pesos.

### CAMINO DE BÚLNES AL RÍO ITATA

Se terraplenaron 108 metros de camino dándole forma convexa con 60 metros de material y se hizo una rampa de ripio de 40 × 5 metros.

Estos trabajos se hicieron con la cantidad de $ 287.69.

### CAMINO DE CHILLAN Á PEMUCO DEPARTAMENTO DE BÚLNES

Hiciéronse 125 × 1 × 1 metros de desagües y se hizo un terraplen de 64 × 5 × 0.90 metros gastándose en estas obras 568 pesos.

En el camino de Búlnes á Chillan se hicieron varios pequeños trozos de terraplenes con un gasto de 1,925 pesos.

Como gasto jeneral de la provincia aparece la suma de $ 10.45 invertido en la publicación de avisos.

## Concepción

### CAMINO DE CONCEPCIÓN Á FLORIDA Y PALOMARES

Se hicieron 590 × 080 × 0.80 metros de fosos habiendo habido necesidad de desmontar $345^{ms3}$, se hizo un desmonte de $442^{ms3}$ para ensanchar en 170 metros una región de camino de 130 metros; aprovechóse el desmonte en hacer varios terraplenes con un volúmen de $325^{ms3}$; hízose una calzada de piedra de 11 × 5 metros y se compusieron las cubiertas de tres puentes.

Estos trabajos se hicieron por administración é importaron $ 803.70.

Por contrata se hicieron además los siguientes trabajos: Se abrieron 1,190 metros de fosos y se repararon los existentes en una estensión de 1,880 metros; se reparó el camino en una estensión de 22,500 metros tapando hoyadas, quitando piedras y haciendo rebajes con un movimiento de tierras representado por $3,500^{ms3}$ de terraplen y un desmonte de 3,975 metros cúbicos, se construyeron 5 pequeños puentes de madera y se reparó uno que se encontraba deteriorado.

Estos trabajos importaron $ 2543.125.

### CAMINO DE CONCEPCIÓN Á PENCO

Se abrieron 630 metros de fosos y se limpiaron 1,245 metros de los existentes; se dió forma convexa á 1,000 metros del camino y se hicieron 170 metros lineales de enripiado; se reparó toda la cubierta del puente de Andalien y se construyeron 4 pequeños puentes de madera.

Lo invertido en estos trabajos suma la cantidad de $ 1,226.19.

### CAMINO DE CONCEPCIÓN Á HUALQUI Y SAN ONOFRE

Se abrieron 440 metros de fosos en distintos puntos sacándose 400$^{ms3}$ de desmonte que fué repartido en el camino y se limpiaron 600 metros de desagües; se repararon 6,000 metros de camino tapando hoyos y zanjas con un terraplen de 1,500 metros cúbicos y 625 metros cúbicos de desmonte; se hicieron dos puentes de madera y una alcantarilla y se repararon 8 puentes que se hallaban en mal estado.

Lo invertido en estas reparaciones son $ 999.78.

### CAMINO DE CONCEPCIÓN Á TALCAHUANO

Se abrieron 1,940 metros lineales de fosos dándose con el desmonte forma convexa á 1,000 metros del camino, se limpiaron 45 metros de desagües y se taparon algunos hoyos y zanjas con un terraplen de 500 metros cúbicos.

Se gastó en estas reparaciones la cantidad de $ 389.63.

### CAMINO DE CONCEPCIÓN Á NONQUEN

Se ensanchó el camino en 3 metros en una estensión de 50 metros desmontándose 150$^{ms3}$, se repararon 4,000 metros de camino tapando hoyos y zanjas con un tetraplen de 325 metros cúbicos y se desmontaron algunas barranquillas con un volúmen de 981 metros cúbicos y se reconstruyó un puente de madera de 9 × 4 metros.

Estos trabajos importaron 400 pesos.

### CAMINO DE FLORIDA Á CABRERO

Se repararon 1,600 metros de camino tapando hoyos y rebajando los bordes con un movimiento de tierras representado por un desmonte de 1,067 $^{ms3}$ y un terraplen de 425 metros cúbicos y se construyó con madera el puente del Manzano de 13 × 3.50 metros.

En todos estos trabajos se invirtió la cantidad de 620 pesos.

### CAMINO DE QUILLEN Á ITATA

Se han reparado 470 metros de camino tapando sus hoyadas y haciendo algunos rebajes, siendo 34 metros cúbicos el volúmen de los desmontes y 25 metros cúbicos el de los terraplenes.

Estos trabajos importaron 50 pesos.

### CAMINO DE FLORIDA A PALOMARES

Se repararon 445 metros de camino tapando hoyadas y rebajando los bordes, estando el movimiento de tierras representado por 140$^{ms3}$ de terraplen y 470$^{ms3}$ de desmonte; se ensanchó en 4 metros una sección de 390 metros de camino para lo que hubo necesidad desmontar 1,870 metros cúbicos.

Lo invertido en estos trabajos suma la cantidad de $ 286.60.

### CAMINO DE FLORIDA, VIA YUMBEL

Se repararon 670 metros de camino rebajando sus bordes, de lo que se obtuvo un desmonte de 230 metros cúbicos que se repartió en esa misma región del camino.

Estos trabajos importaron 40 pesos.

### CAMINO DE CAPIULLEMO

Por la cantidad de 40 pesos se hizo un terraplen de 15 × 5 × 1 metros y un desmonte de 7 × 4 × 1 metros.

### CAMINO DE FLORIDA A PENCO

Se repararon 2,675 metros de camino tapando varias zanjas y emparejándole en toda esa estensión, obteniéndose un movimiento de tierras de 870 metros cúbicos de terraplen y 730 metros cúbicos de desmonte; se limpiaron 70 metros de fosos y se hizo sobre el estero de Roa un puente de muros de cal y piedra con cubierta de madera de 7.60 × 3 metros, siendo 51 metros cúbicos el volúmen de albañilería.

Estos trabajos importaron 700 pesos.

### CAMINO DE TOMÉ A RAFAEL Y COELEMU

Se abrieron 11,535 metros de fosos que dieron un desmonte de 9,872 metros cúbicos; se repararon 19,565 metros de camino emparejándolo y haciendo terraplenes con un volúmen de 6,530 metros cúbicos habiéndose desmontado barranquillas con un volúmen de 1,855 metros cúbicos; se repararon 12 pequeños puentes de madera refaccionando sus cubiertas y enripiándolos y se hizo una calzada de piedra de 65 × 4 metros.

El total de lo invertido en este camino alcanza á $ 3,171.25.

### CAMINO DE TOMÉ A PENCO

Se abrieron 1,450 metros de fosos que dieron un desmonte de $450^{ms3}$ y se repararon 1,250 metros de camino tapando sus hoyos y emparejándolo con un movimiento de tierras de 2,000 metros cúbicos de terraplen y 750 metros cúbicos de desmontes.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 343.65.

### CAMINO DE TOMÉ Á VEGA ITATA

Se abrieron 4,040 metros de fosos que dieron un desmonte de 1,643 metros cúbicos y se reparó el camino en una estensión 29,500 metros; la reparación ha consistido en rebajar los bordes y algunas barranquillas con un desmonte total de 5,800 metros cúbicos y en tapar hoyadas y zanjon con un terraplen de 2,480 $^{ms3}$; además se repararon dos puentes de madera.

Lo invertido en estas reparaciones suma la cantidad de $ 1,031.20.

### CAMINO DE RAFAEL Á CUCA, VÍA CHILLAN

Se hicieron 2,025 metros de fosos sacándose un desmonte de 1,935 metros cúbicos; se repararon 6,400 metros de camino rebajando sus bordes y tapando hoyadas, siendo el movimiento de tierras 1,892 metros cúbicos de terraplen y 2,045 metros cúbicos de desmonte y se repararon 13 pequeños puentes de madera que se hallaban en muy mal estado.

Se gastó en este camino la suma de $ 943.30.

### CAMINO DE TOMÉ AL CEMENTERIO Y COCHOLGÜE

Se repararon 1,500 metros del camino haciendo varios terraplenes con un volúmen de 525 metros cúbicos; se hizo una calzada de piedra de 6 × 1.5 metros y se construyó un puente de 7 × 1 metro con murallas de cal y piedra y cubierta de madera.

Se invirtió en estos trabajos la cantidad de $ 200.

### CAMINO DE YUMBEL Á LA ESTACIÓN

Se repararon 2,975$^{ms}$ del camino tapando sus hoyos con un terraplen de 5,907$^{ms3}$ y rebajando sus bordes y altos con un desmonte de 8,057$^{ms3}$ invirtiéndose en las reparaciones anteriores la cantidad de 1,300 pesos.

### CAMINO DE YUMBEL Á RERE

Se emparejó el camino en una lonjitud de 1,400 metros terraplenándolo con 267$^{ms3}$ de material; se limpiaron 50 metros de fosos se construyó un puente de madera de 6 × 4$^{ms}$ y se cambió la cubierta á otro que se hallaba en mal estado.

Se invirtió en estos trabajos la cantidad de $ 153.

### CAMINO DE YUMBEL Á TOMECO

Se hicieron 550 metros de fosos que dieron un desmonte de 530$^{ms3}$

y se repararon 695 metros de camino, terraplenándolo con $963^{ms3}$. de material y haciendo algunos rebajes con un volúmen de desmonte de $96^{ms3}$

Estas reparaciones importaron 315 pesos.

CAMINO DEL PASO DE GOMERO AL VADO DE QUILACOYA

Se ensanchó en $4^{ms}$ una sección de $16^{ms}$ de camino, desmontándose $182^{ms3}$ y se rehizo un puente de madera gastándose en estos trabajos la cantidad de $ 145.

CAMINO DE RERE Á BUENURAQUI

Se repararon 1,020 metros de camino emparejándolo con un terraplen de $146^{ms3}$ y rebajándose los bordos con un desmonte de $267^{ms3}$ se abrieron $220^{ms}$ de fosos que dieron $160^{ms3}$ de desmonte; se construyeron dos puentes de madera de $7 \times 0.80^{ms}$ cada uno y se repararon otros cinco que se encontraban en muy mal estado.

Se invirtió en estas reparaciones la suma de 587 pesos.

## Biobio.

CAMINO DE LA COLONIA

Se hizo una calzada de ripio de $200 \times 5^{ms}$ y se arregló la cubierta de un pequeño puente de madera, invirtiéndose la cantidad de 92 pesos 60 centavos.

CAMINO DE LA RINCONADA DEL LAJA

Con la cantidad de $ 151.15 se hicieron dos puentes de $7 \times 5^{ms}$ cada uno arreglando á la vez el camino para el fácil acceso á ellos.

CAMINO DE ANTUCO

Se hicieron $600 \times 5^{ms}$ de enripiados y se limpió de piedras el camino en una lonjitud de $550^{ms}$, invirtiéndose en estos trabajos la cantidad de $ 433.10.

### CAMINO DE LA ESTACIÓN, DEPARTAMENTO DEL LAJA

Se levantó la planta del camino en un largo de 200 metros con uu terraplen de 4,090$^{ms3}$ y un gasto de $ 2,061.64.

### CAMINO DE NACIMIENTO Á COIGÜE

Se terraplenaron 400 metros de camino para levantar su planta y se refaccionó el puente Vergara todo con un gasto de $ 676.90.

### CAMINO DE NACIMIENTO Á TAVOLCO

Se arregló en una estensión de 2,100 metros haciendo terraplenes con un volúmen de 450$^{ms3}$ y desmontes con el de 375$^{ms3}$ y se construyó un puente de madera de 4 × 4 metros.

El importe de estas reparaciones fué de $ 506.12.

### CAMINO DE NEGRETE A RIGÜE

Con la cantidad de $ 311.25 se construyó un puente de 6 × 4 × 5 metros en el estero de Pozuelos y para facilitar su acceso se hizo terraplenes con un volúmen de 190$^{ms3}$.

### CAMINO DE SANTA FÉ

Se hizo un desmonte de 500$^{ms3}$ y un terraplen con un volúmen de 120$^{ms3}$, invirtiéndose en ellos la cantidad de $ 98.86.

### CAMINO DE MULCHEN A COLLIPULLI

Se hicieron algunos arreglos á varios terraplenes y desagües, y se construyó una calzada de ripio de 110 × 10 metros con un gasto total de $ 640.85.

### CAMINO DE LOS ANJELES

Se repararon varios pequeños puentes y se hizo una calzada de ripio de 120 × 4 metros, é importaron estos trabajos la cantidad de 257 pesos 20 centavos.

En gastos jenerales de la provincia compra de animales y herramientas, pagos de pequeñas contratas, avisos etc. etc., se invirtió la suma de $ 10,464.74.

## Arauco.

### CAMINO DE LEBU A ARAUCO

Se abrieron 1,015$^{ms}$ x 0.80 x 0.80 de fosos que dieron un desmonte de 650$^{ms3}$, se reparó el camino haciendo desmontes con un volúmen de 2,000$^{ms3}$ y terraplenes con el de 9,874$^{ms3}$ y se compusieron 7 pequeños puentes de madera.

Lo invertido en estas reparaciones suma la cantidad de $ 1,031.73.

### CAMINO DE LEBU A CAÑETE

Se abrieron 2,056 x 0.70 x 0.80$^{ms}$ de fosos que produjeron un desmonte de 1,144$^{ms3}$, se reparó el camino desmontándose 1,080$^{ms3}$ y gastándose un terraplen de 580$^{ms3}$ y arreglando varios puentes de madera.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 1,004.32.

En el camino de Lebu á Curanilahue se compuso el puente de Tunyol con $ 50 erogados por los vecinos.

### CAMINO DE VALDIVIA, VIA IMPERIAL

Se repararon 6,500 metros del camino quitando piedra y destroncándolo, y se hicieron terraplenes con un volúmen de 7,830$^{ms3}$, se abrieron 850 metros de fosos que produjeron un desmonte de 540$^{ms3}$ y se repararon varios puentes de madera.

Estos trabajos importaron $ 1985.

Con la cantidad de $ 400 se terraplenaron y enripiaron 400 metros del camino que conduce de Cañete á Lebu.

### CAMINO DE CAÑETE A ANGOL

Se hicieron 1,450 metros de fosos que produjeron 951$^{ms3}$ de desmonte; se hicieron terraplenes con un volúmen de 2,470$^{ms3}$ y se repararon 2 puentes de madera.

Se invirtió en estas reparaciones la suma de $ 980.

CAMINO DE CAÑETE A PUREN

Se hicieron 3,985 metros de fosos que dieron un desmonte de 2,061$^{ms3}$, se hicieron varios terraplenes con un volúmen de 4,491$^{ms3}$ y se repararon varios puentes de madera, gastándose la cantidad de 1,000 pesos.

CAMINO DE ARAUCO A JUBAL

Se hicieron terraplenes con un volúmen de 1,112$^{ms3}$; 45$^{msl}$ de enripiados y se compusieron varios puentes de madera con un gasto de $ 349,57.

CAMINO DE ARAUCO A LEBU

Se hicieron 40$^{msl}$ de enripiados, y terraplenes con un volúmen de 1,092$^{ms3}$ y un gasto de $ 649.50.

CAMINO DE ARAUCO A LOTA

Se hicieron 1,300$^{msl}$ de enripiados; terraplenes con un volúmen de 700$^{ms3}$ y se repararon varios puentes de madera.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 498.75.

CAMINO DE ARAUCO A CUERVOS Y COLICO

Se repararon varios puentes y se hicieron terraplenes con un volúmen de 1,040$^{ms3}$ y un gasto de 201 pesos.

Por fin se hicieron 604$^{ms3}$ de terraplen que importaron $ 100 en el camino que de Arauco conduce á Zarraquete y Carampangue.

**Malleco.**

CAMINO DE ANGOL A COLLIPULLI

Se hicieron 1,797 metros de camino convexo, gastandose un terraplen de 678$^{ms\varepsilon}$ y se ejecutaron 1,192$^{msl}$ de enripiados, importando estos trabajos la cantidad de $ 1,500.

En el camino que conduce de Angol á Roblería se hicieron algunas reparaciones contratadas por la Intendencia por la cantidad de 1,000 pesos; igual cosa ha sucedido con los caminos á Pellomenco; á Sauces y á Zumaco, habiéndose contratado las reparaciones de cada uno de estos caminos por la cantidad de $ 500.

### CAMINO DE TRAIGUEN A TEMUCO É IMPERIAL

Se construyeron dos secciones de camino nuevo: una 1,300 metros inclinados y la otra de 500 metros convexos, ejecutándose para esto 2,750$^{ms3}$ de desmonte y 1,900$^{ms3}$ de terraplen; se hicieron 1,800 metros liniales de enripiados, 8 alcantarillas y 2 puentes de madera.

Estos trabajos importaron $ 7,000.

Se hicieron por contrata algunas reparaciones en los dos caminos que de Traiguen conducen á Quino y Galvarino, gastándose en cada uno de ellos la suma de $ 500.

### CAMINO DE COLLIPULLI A VICTORIA

Se hicieron 750 metros de camino inclinado, desmontándose 1,050$^{ms3}$ de escombros; se construyeron 5 alcantarillas y 2 puentes de madera.

Estos trabajos importaron $ 1,000.

En el camino de Collipulli á Roblería se gastaron $ 300 en hacer con 180$^{ms3}$ de terraplen, un camino convexo de 400 metros.

## Cautin

### CAMINO DE TEMUCO A LAUTARO

Se repararon 1,125 metros de camino convexo haciendo fosos á ambos lados, y enripiando con el desmonte de estos, aquella región del camino, y se repararon 8 puentes de madera.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 1,000.

### CAMINO DE TEMUCO A GALVARINO

Se abrieron 1,800 metros de fosos sirviendo sus desmontes para hacer una calzada de ripio de 900 metros largo.

Estos trabajos importaron $ 800.

CAMINO DE LAUTARO A QUILLEN

Se hicieron 1,600 metros de fosos y con sus desmontes una calzada de ripio de 800 metros liniales.

Se gastó en estos trabajos la cantidad de $ 796.98.

CAMINO DE TEMUCO A NUEVA IMPERIAL

Se repararon y enripiaron 900 metros de camino convexo con el desmonte proveniente de la apertura de 1,800, metros de fosos importando estas reparaciones $ 995.57.

CAMINO DE IMPERIAL A CARAHUE

Se hicieron 1,600 metros de fosos, y enripiados en una longitud de 1,000 metros, y se repararon 4 puentes de madera con un gasto total de $ 999.35.

CAMINO DE IMPERIAL Á CHOLCHOL

Se repararon 750 metros de camino convexo y se hicieron 750 metros de fosos y 750 metros liniales de enripiados.

En estos trabajos se invirtió la cantidad de $ 735.85.

CAMINO DE CHOLCHOL A GALVARINO

Reparáronse 710 metros de camino convexo, se abrieron 1,000 metros de fosos y se hizo una calzada de ripio de 440 metros largo con gasto de $ 685.80.

## Valdivia

CAMINO DE CULLINHUE A SAN JOSÉ

Se hicieron 300 metros liniales de calzada de madera que se contrataron por la cantidad de $ 540.

### CAMINO DE SAN JOSÉ A QUENLI Y TOLTEN

Se compusieron 4,500 metros liniales de camino y construyéronse 7 puentes de madera.

Estos trabajos se hicieron por contrata é importaron $ 1,000.

### CAMINO DEL NORTE

Se ha abierto un camino de 5,500 x 20 metros, rozando y destroncando toda esa estensión, y se han hecho 200 metros liniales de calzada de ripio y piedra, importando estos trabajos la cantidad de $ 1,320.

### CAMINO DE VALDIVIA A UNIÓN

Se hicieron 415 metros lineales de calzada de madera; un puente pequeño y una alcantarilla, con un gasto de $ 768.45.

### CAMINO DE LA UNIÓN A TRUMAZ

Se ha dado forma convexa á 800 metros del camino; se hizo un puente de 10 metros de largo y 2 alcantarillas.

Estos trabajos se hicieron por contrata é importaron $ 500.

### CAMINO DE UNIÓN Á VALDIVIA

Con la cantidad de $ 150 se ha reparado en una estensión de 215 metros.

En el camino de la Unión á Rio Bueno se han hecho varias reparaciones con un gasto de $ 500.

## Llanquihue

No hay datos.

## Chiloé

No hay datos.

MANUEL J. FERNANDEZ B.

# TERCERA SECCIÓN

## ARQUITECTURA

## MEMORIA

### DE LA SECCIÓN DE ARQUITECTURA REFERENTE AL AÑO DE 1889

Dividiendose los trabajos que corresponden á la sección de mi cargo en los que se llevan á cabo en la oficina, como son la confección de planos, presupuestos y especificaciones de edificios en construcción ó reparación en la dirección, vijilancia, fiscalización y pagos de las obras en construcción, paso á esponer primeramente la nómina de los proyectos y estudios elavorados durante el presente año por el personal de la oficina.

Al empezar el año existian necesidades impostergables que llenar, como eran la preparación de los planos completos para la mayor parte de los edificios iniciados con anterioridad á la creación de esta oficina, para los cuales había solo el plano horizontal con el que se había hecho el trazo de las fundaciones, faltando, por consiguiente, casi en la totalidad terminar el gran número de planos jenerales y de detalles que exige una construcción.

En este estado se encontraban la mayor parte de las escuelas y todas las cárceles, habiendo sido esta la preocupación preferente de la oficina como puede verse en la lista adjunta.

El personal de la oficina, incompleto, todavía, al empezar el año de que doy cuenta tomando en consideración el inmenso trabajo que

había por hacer, fué necesario aumentarlo, para tratar de poner al día en relación con el estado de los edificios, la confección de planos.

Solo así se ha podido dar el impulso que han tomado los trabajos de edificios fiscales á cargo de la sección, durante el año eliminando ya en gran parte el motivo de falta de detalles, que se hacia ver con anterioridad y que fué muchas veces entorpecimiento para la prosecución de los edificios.

En las escuelas y cárceles en construccion hay que hacer notar que á pesar de que se formaron legajos de planos litografiados, que correspondían á los tipos adoptados, sin embargo, de ello ha sido necesario muchas veces construir nuevos planos ó hacer rectificaciones que demandaban largo tiempo, por no haberse prestado el terreno disponible á las dimensiones generales que se adoptaban para la construcción, ó bien porque los trazados no se ciñeron á las cotas de los planos, produciendo todo esto un recargo extraordinario en los trabajos de oficina, dificil de apreciar.

Con el sistema propuesto por el que suscribe de dar á la licitación pública no ya las diferentes obras parciales, que comprende una construcción, con cuyo sistema, á la fecha, seria imposible haber continuado en vista del gran número de contratistas á quien debieron fiscalizarse, se ha ganado mucho en espedición para inspeccionar y dirijir las obras; habiéndose, sin embargo, resentidos los primeros contratos, asi celebrados, de la falta de esperiencia sobre este sistema de licitación, para prevenir en absoluto las causas de reclamaciones de contratistas, ó por lo menos reducirlos á un mínimum.

Este sistema, en efecto, no dejaria nada que desear si la sección tuviera la holgura de tiempo suficiente para preparar todos los antecedentes hasta los mas minuciosos que deben tener presente los licitadores al tiempo de pedirse propuestas reduciendo cuanto fuera posible el número de puntos que deben quedar á la apreciación de los arquitectos directores de las obras.

Pero, por una parte, la falta del personal necesario para proceder así, como por otra la urjencia que ha ocurrido muchas veces de atender á la continuación de obras que estaban ya iniciadas, segun

el antiguo sistema, han sido causa para que no se hayan podido preparar los antecedentes, con el esmero que hubiera sido de desear.

Al empezar el año de que doy cuenta el personal de la oficina se componia solamente, además del jefe que suscribe, del arquitecto 1.º, los dos arquitectos 2.os, del dibujante 1.º, dibujante 2.º y escribiente, siendo todos los nombrados los de planta, que prescribe la ley, que creó la Dirección de Obras Públicas. Había además, en esa fecha, cinco arquitectos contratados, uno auxiliar y ocho dibujantes, también auxiliares.

En el curso del año ingresaron á la oficina otros cinco arquitectos contratados, por lo cual, hubo que aumentar al doble el número de dibujantes, por autorización especial concedida por el Ministerio.

El archivo de la sección, depósito de planos, etc., ha tomado un gran incremento durante este año habiendose hecho indispensable destinar una persona especial que se haga cargo de la guarda y buen órden de tan valiosos documentos.

El gran número de especificaciones manuscritas que ha sido necesario preparar, como antecedente para la licitación pública, ha hecho también necesario disponer de otros escribientes además del de planta.

En la elección del personal de dibujantes ha tenido muy presente, el que suscribe á los que han sido buenos alumnos de la Escuela de Artes y Oficios, así como también algunos alumnos del curso de matemáticas de la Universidad que deseaban practicar en la oficina, adelantando conocimientos prácticos sumamentes útiles á la profesión.

**Nómina de los trabajos ejecutados en la 3.ª Sección de Arquitectura durante el año 1889**

| | N.º de Planos | | Presupuestos |
|---|---|---|---|
| Proyecto de hospital de Coronel..... | 4 | $ | 62,000.00 |
| Id. id. de Vichuquén..... | 8 | " | 27,090.99 |
| Id. id. de Putaendo..... | 4 | " | 78,541.00 |
| Id. id. de La Florida..... | 3 | " | 22,000.00 |

| | N.° de planos | | Presupuesto |
|---|---|---|---|
| Proyecto de hospital de La Ligua..... | 3 | $ | 22,000.00 |
| Id. id. de Temuco y Collipulli. °/₀ | 7 | " | 29,819.03 |
| Transformación de la Biblioteca Nacional..... | 4 | " | 69,213.48 |
| Gobernación de Molina..... | 3 | " | 55,929.61 |
| Id. de Buin..... | 4 | " | |
| Intendencia de la Serena ..... | 8 | " | 117,161.00 |
| Casa del Administrador de la Aduana de Coquimbo..... | 3 | " | 14,000.00 |
| Proyecto de torre de la iglesia de Molina..... | 3 | " | 4,510.00 |
| Palacio del Ministerio de Obras Públicas..... | 13 | " | 334,111.84 |
| Fachadas, secciones y detalles de las cárceles de Molina, Limache, Andes, Collipulli y Coronel | | | |
| Transformación de la cárcel de Rengo ..... | 4 | " | 48,618,05 |
| Transformación de la antigua Escuela de Medicina en Escuela de Bellas Artes..... | 1 | " | 17,639.00 |
| Presupuesto de la reparación de la Escuela modelo de Curicó..... | .. | " | 2,869.00 |
| Presupuesto para la terminación de la escuela de Melipilla..... | .. | " | 55,000.00 |
| Presupuesto para terminar la cárcel de Los Andes..... | .. | " | 60,000.00 |
| Plano y tasación de las casas núms. 7 y 9 de la calle de Juárez (Santiago $ 8,434.00). | | | |
| Presupuesto de la cárcel de Collipulli..... | .. | " | 77,222.70 |
| Presupuesto del Liceo de Rengo..... | .. | " | 262,737.82 |
| Presupuesto de la cárcel de la Serena..... | .. | " | 256,654.11 |
| Casa de Espósitos de Ancud..... | 11 | " | 86,889.50 |
| Transformación de la iglesia de Rancagua.... | 6 | " | 20,000.00 |
| Proyecto de la escuela de Chincolco..... | 11 | " | 77,000.00 |
| Chalet en la Quinta Normal para casa del jardinero..... | 2 | " | 5,205.34 |
| Proyecto de casa en el Faro de la Isla de los Pájaros..... | 2 | " | 8,977.98 |

| | N.° de Planos | | Presupuesto |
|---|---|---|---|
| Proyecto de la escuela de Petorca..... | 10 | $ | 77,627.73 |
| Id. de hospital de Mulchén..... | 4 | " | 66,218.20 |
| Transformación de la casa del Sub-Director del Observatorio Astronómico..... | 1 | " | 3,003.51 |
| Instalación y transformación del edificio para el Instituto Pedagójico..... | ... | " | 5,205.00 |
| Transformaciones y arreglos de las oficinas de la Dirección de Obras Públicas, oficina de Estadística y Registro Civil..... | .. | " | 6,883.21 |
| Proyecto de claravoya para la sala del Senado. | 2 | " | 5,900.00 |
| Detalles del chalet para el patio del Tribunal de Cuentas..... | .. | " | 3,072.40 |
| Transformación del Instituto de Sordo-Mudos. | ... | " | 4,854,00 |
| Planos complementarios de las escuelas tipos núms. 1, 2, 3, 4 y 5..... | 10 | " | |
| Intendencia de Linares (detalles)..... | 3 | " | |
| Gobernación de Los Andes (detalles)..... | 5 | " | |
| Restauración de la Catedral de Concepción... | 5 | " | |
| Oficinas telegráficas de San Rosendo..... | 1 | " | |
| Casa Correos de Concepción ..... | 1 | " | |
| Escuela especial núm. 6 de Santiago..... | 7 | " | 130,000.00 |
| Especificaciones de las escuelas núms. 2, 3, 4, 5 y 6 de Santiago. | | | |
| Especificaciones Casa Correos de Concepción, oficina telegráfica de San Rosendo y Gobernación de Los Andes. Presupuesto de las dos últimas y de la casa del Rector del Liceo de Valparaíso. | | | |
| Tasación de una propiedad, Alameda esquina de Teatinos. | | | |
| Detalles de construcción de la escuela núm. 6 de Santiago..... | 10 | | |
| Detalles de construcción de las escuelas núms. 2, 3, 4 y 5 de Santiago..... | 15 | | |

| | N.° de Planos | | Presupuesto |
|---|---|---|---|
| Kiosko del Tribunal de Cuentas, Palacio de la Moneda | 1 | $ | |
| Estudios de la restauración de la Catedral de Santiago | 11 | " | 591,573,00 |
| Salón de recepciones diplomáticas en la Moneda | 4 | " | |
| Detalles para el Liceo de Niñas en Valparaíso. | 8 | " | |
| Escuela especial de niñas en Valparaíso | 8 | " | 36,000.00 |
| Proyectos para edificios de gobernaciones y oficinas públicas en las provincias del sur | 5 | " | |
| Proyectos de Intendencias y oficinas públicas para id | 3 | " | |
| Gobernación de Lebu (proyecto especial) | 7 | " | |
| Iglesia de Bulnes | 3 | " | |
| Iglesia de Talcahuano | 8 | " | 35,178.00 |
| Casa de Correos y telégrafos de Lebu | 3 | " | |
| Aduana de Lebu | 1 | " | 40,000.00 |
| Estudio de una claraboya en la Biblioteca Nacional | 1 | " | |
| Id. de fachada para la iglesia de Castro | 1 | " | |
| Levantamiento del plano acotado para edificio de escuela de niñas de Valparaíso. | | | |
| Cárcel de la Serena | 16 | " | 256,654.11 |
| Planos completos para la terminación de la escuela tipo de Los Andes | 10 | " | |
| Estudio de la casa consistorial para San Bernardo | 1 | " | |
| Planos de construcción de la escuela de la calle de Chacabuco en Valparaíso | 4 | " | |
| Aduana de Valdivia | 2 | " | 41,924.47 |
| Tesorería de Valdivia | 2 | " | 32,573.42 |
| Aduana de Coquimbo | 3 | " | |
| Iglesia de Rengo | 16 | " | |
| Liceo de Rengo | 9 | " | |

| | N.° de Planos | | Presupuesto |
|---|---|---|---|
| Presidio de Los Ángeles..... | 12 | $ | |
| Escuela Profesional de Niñas en Santiago (ante proyecto)..... | 4 | " | |
| Hospital de Punta Arenas ..... | 5 | " | 19,855.20 |
| Id. de Curepto..... | 3 | " | 29,944.16 |
| Id. de Castro..... | 3 | " | 15,684.76 |
| Casa para oficina telegráfica en Iquique..... | 1 | " | 3,874.14 |
| Liceo de Antofagasta..... | 5 | " | 68,705.72 |
| Estudio de modificación al tipo de escuela para 400 alumnos. | | | |
| Cárcel de Constitución (reparación)..... | 3 | " | 9,194.30 |
| Penitenciaria de Talca..... | 12 | " | 134,272.14 |
| Intendencia de id ..... | 4 | " | 43,781.97 |
| Hospital de San Fernando..... | 7 | " | |
| Detalles de la ornamentación del jardín del Congreso. | | | |
| Bolsa Comercial de Valparaíso..... | 21 | " | |
| Escuela Normal de Preceptores de Santiago.. | 31 | " | 404,485.89 |
| Proyecto de una sala para el hospital de Los Ángeles. | | | |
| Planos complementarios de la escuela de Vicuña. | | | |
| Levantamiento de plano y tasación de diversos sitios ofrecidos en venta. | | | |
| Hospital de Traiguén..... | 1 | " | 43,434.02 |
| Presupuesto de la cárcel de Limache..... | .. | " | 88,719.14 |
| Planos de cimientos de la misma cárcel. | | | |
| Casa del jefe del Resguardo de los Queñes.... | 2 | " | 1,494.00 |

Planos y detalles para la prosecución del Internado Santiago:

Estudio de enmaderaciones.

Id. de puertas y ventanas.

Id. de la fachada principal, etc.

Para la prosecución de la nueva cárcel de Santiago:

Arreglo de las celdas, estudios, de catres, mesas, chapas, etc.

Planos para la instalación de los servicios de lugares, desagües, ventilación y alumbrado.

Id. para la instalación de la casa del alcaide de los cuatro juzgados del crímen, enfermería, cocina, etc.

Planos para la prosecución de la Escuela de Artes y Oficios:

Detalles para la continuación de los trabajos en los talleres, puertas y ventanas, etc.

Planos para la prosecución de la Escuela Militar:

Detalles para la continuación de la albañilería, planos de puertas y ventanas.

Planos para la prosecución de los trabajos de la Inspección de Instrucción Primaria:

Detalles de carpintería y de albañilería.

Plano de un segundo galpón, modificando la enmaderación del primero, en el almacen fiscal de la Alameda de Matucana:

Planos de detalles para la continuación de los trabajos de la nueva entrada á la Quinta Normal:

Planos de detalles para la Escuela núm. 1 de Santiago:

Estudio para la Escuela Normal de Preceptores de la Serena.

Estudios para una Imprenta Nacional en Santiago.

Estudios para la casa del subdirector del Museo Nacional en la Quinta Normal.

Planos especiales para las Escuelas núm. 2, 3 y 5 de Santiago:

Modificación de los planos, tipos adoptados.

Además de la enumeración precedente se ha confeccionado por los arquitectos de provincia, en sus respectivas oficinas, un gran número de planos que por las necesidades del servicio ha sido preciso hacer levantar sobre secciones de los edificios en construcción y en otras ocasiones para tener á la vista en esta oficina, planos del terreno destinado para edificios, cuyos proyectos se estudian.

### Ordenes de trabajo pendientes

Existen en la sección las siguientes órdenes para preparar planos, especificaciones y presupuestos para los edificios que se espre

san á las cuales no se ha podido dar cumplimiento hasta la fecha por el gran recargo de trabajo que tiene el personal:

Edificio para casa habitación y oficinas de la gobernación de Magallanes.

Planos para una iglesia en id.

Planos de ejecución para el edificio de la intendencia de Chillán.

Planos para la casa del intendente de Talca.

Id. para intendencia y oficinas públicas de San Felipe.

Planos especiales para nueve escuelas en la provincia de Atacama; debiéndose adoptar á dimensiones de terreno fijadas de antemano.

Planos de casa parroquial y oficina anexa para San Bernardo.

Planos de los nuevos edificios para el liceo de Rancagua.

Planos para edificios destinados á oficinas públicas en el puerto de Coquimbo.

Planos para la construcción de la escuela pública de niñas en Iquique, ajustándolos al terreno adquirído para este objeto.

Planos para casa de correo y telégrafo de id.

Planos y presupuestos para la terminación de la cárcel de Antofagasta.

Planos, especificaciones y presupuestos para la construcción de un hospital en Cauquenes.

Planos y presupuestos para edificio destinado á oficinas públicas de Coronel.

Plano definitivo de las reparaciones del liceo de Concepción.

Planos para el internado del liceo de Chillán.

Planos para la escuela práctica de agricultura de Elqui.

Planos para la reconstrucción de la iglesia parroquial de Nacimiento.

Id. para edificio destinado al Observatorio Astronómico.

Planos para las reparaciones del liceo de Talca.

Planos y presupuestos para construcción de un edificio destinado á reunir en un mismo lugar los artículos navales de Valparaíso.

Á esta série de órdenes pendientes habría todavia que agregar un buen número de encargos hechos por los intendentes y gober-

nadores á los arquitectos de provincia, principalmente para reparaciones de edificios públicos existentes y que no han podido ser despachados por no descuidar la vijilancia de los edificios en construcción, que según recomendaciones de la sección de mi cargo deben considerar como una atención preferente.

En vista del enorme recargo de trabajo que ha tenido la sección de mi cargo, la Dirección creyó necesario la preparación de planos y presupuestos, contratados fuera de la oficina por una suma alzada, debiendo dichos trabajos ser de la aprobación de la Dirección.

Estos planos han sido los relativos á la construcción del Liceo de los Angeles y Liceo de niñas de Concepción, que fueron ejecutados respectivamente por los arquitectos señores, L. Dusoullier y don Benito Manheim.

Con anterioridad, el Ministerio del Interior había contratado, también los planos de los anexos del hospital de San Vicente de Paul con el arquitecto don Juan Geiger, siendo materia de un convenio separado la atención de esta construcción.

En vista del costo de estos respectivos trabajos, cuyo monto debe haber sido el corriente, entre los que acostumbran fijar los particulares en los convenios con los arquitectos libres, y después de comparado este costo con el que corresponde á los trabajos que se han producido en la oficina, resulta que estos trabajos le cuestan al Estado, próximamente, la mitad de lo que le costarían si los encargara hacer, fuera de oficina y según las tarifas corrientes.

### Dirección de los edificios en construcción

La atención y vigilancia de los edificios en construcción, dependientes de esta sección, se hace actualmente por quince arquitectos, de los cuales los que se ocupan en Santiago, tienen trabajos de preparación de planos en las oficinas de la sección, además de la dirección de los edificios de su cargo.

El número total de construcciones que dependen de esta sección asciende en la actualidad á ciento veinte y tres, y el estado actual en

que se encuentran es el que se demuestra á continuación; de los cuales se da cuenta clasificándolos en tres grupos:

ESCUELAS, CÁRCELES Y EDIFICIOS VARIOS

Siempre que ha sido posible se ha procurado hacer la designación de construcciones, entre los arquitectos, de manera que uno mismo corra con los que están situados en las provincias respectivas.

## Edificios á cargo del arquitecto de la Serena

ESCUELAS NÚM. 1 Y 2 DE LA SERENA

Ámbas escuelas son del tipo núm. 1, con capacidad para 400 a'umnos cada una. Están contratadas su construcción, hasta la terminación completa por la suma de $ 66.000.

Posteriormente en vista del desnivel del terreno, en que se había de edificar una de ellas y del cambio de situación que se le dió á la otra, fué necesario proceder á la contrucción de muros de sostenimiento, á los cortes que hubieran de practicar, y no hallándose comprendidos en los contratos respectivos estos trabajos, que eran verdaderas obras de más, se aceptó la propuesta que presentó el contratista, que es el mismo para las dos escuelas, á fin de ejecutar dichos muros, como también la estracción de antiguos cimientos i el movimiento de tierra que todo esto demandaba.

Los trabajos en estos dos edificios han marchado hasta la fecha, con exesiva lentitud, según las escusas del contratista por no poder contar con el número suficiente de operarios, á causa de la competencia introducidas en las distintas contrucciones que se llevan á cabo en esa ciudad, i también por haber tenido que improvisar toda clase de elementos, desde tener que construir obra para la construcción de ladrillo.

Después de haber sido notificado el contratista que se procedía á rescición, si no se le daba el impulso debido á los trabajos, para que fueran terminados en el plazo convenido, se ha aumentado la actividad.

El estado actual de los trabajos en la escuela núm. 1 está representado por un diez por ciento de su costo total i en un cinco por ciento en la núm. 2, consistiendo únicamente en el movimiento de tierra i en la albañilería de fundaciones.

### ESCUELA DE VICUÑA

Esta construcción corresponde al tipo núm. 2 para cuatrocientos alumnos.

En agosto de 1889, se rescindió el contrato para la construcción de albañilería, por serias dificultades para proporcionarse, el contratista los materiales.

Posteriormente se han pedido propuestas para la conclusión definitiva del edificio, por una suma alzada, y no habiéndose llegado á aceptación por el excesivo monto de las propuestas presentadas, la construcción ha permanecido paralizada. Lo que existe hecho hasta la fecha son próximamente 560 metros cúbicos de albañilería de cimientos.

### ESCUELA DE OVALLE

Esta construcción corresponde al tipo núm. 1 para 400 alumnos.

En el mes de Julio del 89 se aceptó la propuesta para la construcción de la obra por la suma alzada de setenta y dos mil pesos, en un plazo de 548 días.

La actividad empleada en la obra es satisfactoria, llevándose á cabo los trabajos con toda regularidad y pudiéndose calcular, según la marcha que lleva, que el edificio se terminará dentro del plazo estipulado.

El estado actual de la construcción representa un seis por ciento de la suma total en que está contratada; debiéndose advertir que durante una gran parte del tiempo trascurrido no se ha trabajado por causas justificadas, que actualmente se encuentran allanadas.

## Edificios á cargo del arquitecto de Aconcagua

### ESCUELA DE PETORCA Y CHINCOLCO

Estas escuelas se construyen conforme al tipo núm. 3 con capacidad para trescientos alumnos, habiéndose iniciado este trabajo por el sistema de varias propuestas para provisiones de materiales y por ejecución de la albañilería, y habiéndose terminado este trabajo, se aceptó en fecha 11 de marzo del presente año una propuesta para la terminación de la de Petorca por la suma de cincuenta y cinco mil setecientos sesenta pesos, y en un plazo de once meses.

Habiéndose pedido propuestas para la terminación de la escuela Chincolco, se informaron en Enero 21 las presentadas, desechándose por encontrar demasiado altos los precios fijados sin que hasta la fecha se haya tomado resolución alguna sobre este edificio.

Al tiempo de terminar la albañilería el contratista presentó una solicitud para que en la liquidación se considerara modificado su contrato primitivo, probando haber esperimentado pérdidas considerables.

Como estas escuelas son propiamente dobles, una de ellas y la casa del preceptor se encuentran á la altura de envigados y se sigue en la otra con actividad, estando por concluir la albañilería como los terraplenes, de manera que pronto se encontrara esta obra paralizada sino se procede á repetir el pedido de propuestas públicas para su terminación.

### ESCUELA DE LA LIGUA

Del tipo núm. 2 para cuatrocientos alumnos. Esta obra se encuentra contratada por precios de unidad y en la actualidad el contrato primitivo de albañilería está terminado, estando todo pronto para pedir propuestas para la terminación completa del edificio.

Además del contrato jeneral por albañilería ha sido necesario atender trabajos que se relacionaban con ella y en Julio del 89 se aceptó una propuesta del contratista de la obra para ejecutar el desmonte á que obligaba el desnivel del terreno en que está situada

esta escuela y en Diciembre otra del mismo para proporcionar el fierro necesario para los arcos.

Habiéndose modificado la altura de los cimientos, modificación obligada por el mismo desnivel del terreno, el contratista solicitó y obtuvo en el mes de Setiembre un aumento de precio del metro cúbico, pero únicamexte de los que excedieran de una altura determinada.

Hoy día se encuentra pues paralizado este trabajo, esperando se pidan las propuestas para su terminación.

Según lo gastado hasta la fecha el estado actual de la obra representa un 45 por ciento de su importe total calculado.

### ESCUELA DE LOS ANDES

Del tipo núm. 1 para cuatrocientos alumnos.

Toda la albañilería de esta obra que ha sido contratada se encuentra hace varios meses completamente terminada, asi como sus terraplenes estando concluidos, hace tiempo los planos completos y especificaciones para su terminación, habiéndose aprovechado la oportunidad para preparar estos planos, introduciendo todas las correcciones de detalle que se hacia necesario en los planos originales del tipo adoptado y habiendo procurado mejorar la ornamentación de sus fachadas por encargo especial del Ministerio, tomando en cuenta la importancia que pronto tendrá la ciudad de Los Andes con la próxima terminación del ferrocarril trasandino.

El estado actual del edificio corresponde á un 50 por ciento de su costo total.

### ESCUELA NÚM. 1 DE SAN FELIPE

Del tipo núm. 1 para cuatrocientos alumnos.

La dirección de estas escuelas ha estado á cargo del arquitecto respectivo dependiente de esta sección, habiendo sin embargo corrido por el intendente de Aconcagua la parte relativa á la adquisición de materiales y pagos; pudiéndose decir, que se ha construido por administración á pesar de lo cual, siempre que ha sido posible la

sección ha influido para que se de á contrata una buena parte de las obras de remate.

Hoy día se puede dar esta obra por terminada, faltando solo para recibirse de ella, colocar una capa de maicillo en los patios.

ESCUELA NÚM. 2 DE SAN FELIPE

Igual tipo que la anterior y en el mismo estado faltando solo terminar parte de la pintura y colocación de lugares.

## Edificios á cargo del arquitecto de Valparaíso

ESCUELA NÚM. I DE VALPARAÍSO (calle Chacabuco)

Tipo especial, cuyos planos jenerales fueron contratados á un arquitecto particular. Habiéndose terminado el contrato de albañilería por unidad en Noviembre del 89 se contrató la terminación de la obra en un plazo de nueve meses y medio por la suma alzada de sesenta y ocho mil trescientos pesos, habiéndose ejecutado hasta la fecha trabajos que representan un sesenta por ciento de este contrato.

Se trabaja en este edificio con gran actividad pudiéndose presumir que la obra estará terminada antes del vencimiento del plazo, encontrándose hoy día todo el edificio techado y sus cielos y pisos colocados.

ESCUELA NÚM. I DE VIÑA DEL MAR

Para cuatrocientos alumnos. Fué contratada su construcción por la suma alzada de setenta y cuatro mil novecientos pesos, pero habiéndose visto durante la ejecución la necesidad de ejecutar fundaciones especiales de concreto y mayor cantidad de terraplenes que los estipulados en los planos y especificaciones, por la situación especial destinada para esta escuela, se aprobó por el Ministerio un convenio celebrado con el contratista por el cual se elevaba á ochenta y dos mil pesos el monto de la contrata primitiva.

En marzo del presente año ocurrió un incendio en el cuerpo central de esta escuela estando ya completamente techado y muy adelantada; pero habiéndose desplegado gran actividad en rehacer lo incendiado, la obra se encuentra próxima á su terminación y correspondiendo el trabajo ejecutado hasta la fecha á un ochenta y cinco por ciento del costo total.

Se está armando en esta escuela el galpón de jimnástica, techada la casa del preceptor, estucadas las oficinas y la mayor parte del cuerpo central, al que recientemente se le han colocado los paños de la galeria.

### ESCUELA NÚM. 2 DE VIÑA DEL MAR

Para cuatro cientos alumnos.

Los trabajos en esta escuela se siguen con igual actividad que en la núm. 1, siguiendo un avance paralelo.

El trabajo ejecutado corresponde á un setenta por ciento del total.

### ESCUELA DE LIMACHE

Esta escuela, tipo núm. 1, para cuatro cientos alumnos, está terminada y fué entregada al señor gobernador el 20 de abril, próximo pasado.

El contrato primitivo para entregar terminado, llave en mano, este edificio, fué por la suma de setenta y seis mil quinientos pesos.

El 11 de enero del presente año se decretó por el Ministerio, que debia ser de abono al contratista la suma de once mil quinientos sesenta y nueve pesos cuarenta y ocho centavos, en razón al mayor trabajo que el contratista sostenia haber tenido que ejecutar, por habersele designado como ubicación de la escuela el sitio fiscal que había en San Francisco de Limache y no el que había en Limache viejo.

Al tiempo de terminarse, se contrató además con el mismo empresario un tabique que dividiera en el eje del edificio el cuerpo central de la escuela, de manera de dejarla mista.

Segun el acta de la entrega del edificio, la construcción se ha hecho siguiendo las especificaciones del contrato.

ESCUELA DE QUILLOTA

Con capacidad para cuatro cientos alumnos, habiendo sido construída la albañileria por precios de unidad, así como los terraplenes y fierros para arcos de ventana, fué contratada su terminación en setiembre del 89, por la suma alzada de cuarenta y ocho mil setecientos pesos, para terminarla el 1.º de abril de 1890.

La obra ha sido construída y entregada, á satisfacción de la sección, antes del plaso estipulado, alcanzando el contratista el premio fijado para el efecto en las especificaciones.

## Edificios atendidos por Arquitectos de esta oficina

ESCUELA NÚM. I DE SANTIAGO

En la actualidad este edificio se encuentra propiamente terminado, habiendo empezado á funcionar ya como escuela.

Su distribución es un tipo especial y su capacidad puede llegar á quinientos alumnos. Todavia falta el remate de uno que otro pequeño detalle, para hacer la entrega formal, definitiva del edificio.

La construcción de esta escuela se ha llevado á cabo por una série de contratas diversas, cuyo sistema ha sido la causa, en buena parte, para que el tiempo empleado en la construcción haya sido tan largo, habiéndose iniciado esta construcción en setiembre del 87, pero habiendo permitido también este sistema introducir, durante la construcción, todas las mejoras que la práctica iba aconsejando.

La inspección de este edificio, la excelente calidad de los materiales, exijidos para su construcción y la riqueza de ornamentación empleada, de manera que correspondiera á los planos aprobados por el Ministerio, han hecho subir el monto de lo gastado en este edificio, en el 1.º de marzo del presente á la suma de ciento quince mil ciento sesenta y cinco pesos dieziocho centavos.

En esta escuela se ha instalado un reloj con esfera iluminada automáticamente con gas de alumbrado durante la noche.

## ESCUELAS DE SANTIAGO NÚM. 2, 3 Y 5.

Estas escuelas están situadas respectivamente en la calle de Maturana, Avenida de los Padres y calle del Cármen y debían de haber sido del tipo común de cuatro cientos alumnos, habiéndose convenido, sin embargo, con el contratista la modificación de los planos para estas tres escuelas, disponiéndolas en dos pisos y reduciendo á la mitad la extensión ocupada por el edificio; conservando á su vez igual capacidad, mejorando en belleza sin aumentar el monto total de las propuestas presentadas.

Esta modificación, era necesaria, por otra parte á causa de la estreches del local disponible.

Habiendo sido contratadas estas construcciones por suma alzada, el monto de la contrata de las dos primeras, fué de setenta y siete mil ochocientos cincuenta y cuatro pesos cada una; y la última por ochenta y seis mil trescientos setenta y cuatro pesos treinta y cinco centavos.

En la escuela núm. 2 falta la mitad del trabajo por ejecutar y el plazo de 330 días, común para las tres escuelas, se encuentra vencido.

En la núm. 2 las murallas están á la altura de enmaderación, en la escuela y casa del preceptor; pero no están hechos, ni el galpón de jimnástica ni los corredores.

La núm. 3 se encuentra en el mismo estado de avance que la núm. 2.

El estado de los trabajos de la escuela núm. 5 representa igualmente cerca de la mitad de los trabajos por ejecutar. Accidentalmente se ha paralizado la techumbre de una parte del edificio de clases por falta de fierro galvanizado, inconveniente que el contratista ha asegurado repararlo pronto.

## ESCUELA NÚM. 4 DE SANTIAGO

Esta escuela es la que se encuentra mas adelantada de las que se construyen en Santiago, considerando como terminada la núm. 1.

El trabajo ejecutado hasta la fecha representa cerca de un 80% del trabajo total.

Esta construcción se ha hecho siguiendo el tipo comun de cuatro cientos alumnos; y fué contratada por la suma alzada de setenta y siete mil ochocientos cincuenta y cuatro pesos.

El plazo para la construcción de esta escuela se encuentra igualmente vencido, á pesar de que en la actualidad hay bastante actividad en el trabajo de albañilería.

La situación de esta escuela es en la calle de la Recoleta.

### ESCUELA NÚM. 6 DE SANTIAGO

Está situada en la calle del Cerro y corresponde á un plano especial que se preparó para adoptarlo al terreno, destinado á esta escuela.

Fué contratada por la suma alzada de ciento un mil ochocientos doce pesos, y el trabajo ejecutado hasta la fecha corresponde, proximamente, á un 33%.

Fuera del galpon de jimnástica, no hay nada techado en esta construcción, estando, sin embargo, la mayor parte del edificio á la altura de enmaderación.

El plazo estipulado para la entrega de este edificio se encuentra actualmente vencido.

La capacidad de esta escuela fué calculada para cuatro cientos alumnos.

### ESCUELA NÚM. 7 DE SANTIAGO

Se construye en la Alameda, esquina de la Avenida de la Capital y fué contratada por la suma alzada ochenta y ocho mil pesos y en un plazo de 11 meses, el 19 de junio de 1889.

El trabajo ejecutado hasta la fecha representa un 40% del costo total del edificio, cuyo contratista no ha podido avanzar con mas rapidez, por la dificultad de obtener piedra para los zócalos de la fachada, habiendo sido á la fecha, vencida esta dificultad, y por lo cual la construcción marcha con regular actividad hoy día.

### ESCUELA DE MELIPILLA

Esta escuela se construye por planos expeciales con capacidad para cuatrocientos alumnos y sus salas se encuentran distribuidas en dos pisos.

La albañilería se encuentra terminada, habiéndose llevado á cabo por precios de unidad, hasta la altura del envigado del 2.º piso.

El 20 de Enero de 1890 se aceptó una propuesta para la terminación completa del edificio por la suma alzada de sesenta y siete mil doscientos treinta y ocho pesos tres centavos, para entregarla terminada el 1.º de Febrero de 1891.

Los trabajos que se llevan á cabo en este edificio no marchan con la actividad que sería de desear por dificultades con que dice haber tropezado el contratista para proporcionarse los materiales.

El trabajo ejecutado hasta la fecha representa un 2% del monto total de la obra.

### ESCUELA DE SAN BERNARDO

Esta escuela es del tipo núm. 3 con capacidad para dos cientos alumnos y se encuentra terminado á la fecha, habiéndose abonado al contratista el premio acordado en las especificaciones del contrato, por haber entregado la obra antes del plazo estipulado. Posteriormente se aceptó una propuesta para el arreglo de pavimentación en la calle, ocasionadas por reformas en el nivel de la misma; por cuya causa no se ha hecho todavía la entrega definitiva de este edificio.

### ESCUELA DE BUIN

Esta escuela es del tipo núm. 2 para cuatro cientos alumnos. En Setiembre del 89 se contrató la terminación de la obra por la suma alzada de cuarenta y un mil quinientos pesos, habiendose gastado hasta la fecha un 70% de dicha suma.

Este edificio debía haberse entregado concluido el 1.º de Marzo del presente año; faltan, sin embargo, que ejecutar algunos trabajos de remate para entregar concluido el edificio.

### ESCUELA DE RANCAGUA

Se construye con arreglo al tipo núm. 2 con capacidad para cuatro cientos alumnos.

En Junio de 1889 se pidió la rescición del contrato porque la obra estaba paralizada, á causa de la falta de materiales; y en Febrero de 1890 se contrató la terminación de dicha obra por la suma alzada de cuarenta y cinco mil seiscientos ocho pesos treinta y dos centavos y en un plazo de siete meses.

### ESCUELA DE RENGO

Del tipo núm. 1 para cuatrocientos alumnos.

Para la terminación definitiva de este edificio, se aceptó en Setiembre de 1889, una propuesta por la suma alzada de veinte y tres mil pesos y en un plazo de cuatro meses.

Los trabajos á la fecha marchan con regularidad y estará en poco tiempo más concluído el interior del edificio, quedando por terminar el exterior.

Lo gastado hasta la fecha en este edificio representa un 80 por ciento del costo total de la obra.

### ESCUELA DE PEUMO

Esta escuela es del tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos. Su construcción se hace á series de precios por unidad de trabajos y se calcula que queda por gastar el 80 por ciento del presupuesto de setenta mil pesos fijado para su terminación.

Los trabajos en este edificio marchan con poca regularidad, habiéndose á la fecha dado principio á la albañilería de cal y ladrillo.

### ESCUELA DE SAN FERNANDO

Se construye con arreglo del tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos.

En Enero del presente año se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de cincuenta y siete mil pesos y en un plazo de nueve meses.

Los trabajos marchan con regularidad, estando ya techada la sección del edificio destinado á clases.

Lo gastado hasta la fecha representa un 22 por ciento.

## Edificios á cargo del Arquitecto de Curicó y Talca

### ESCUELA DE CURICÓ

Los planos del edificio corresponden al tipo núm. 2 para cuatrocientos alumnos.

En Septiembre del 89 se aceptó una propuesta para entregar terminado el trabajo el 15 de Agosto del presente año y por el precio alzado de cuarenta y cinco mil ochocientos noventa y siete pesos, habiéndose gastado hasta la fecha un 60 por ciento de dicha suma. Posteriormente se aceptó igualmente una propuesta por suma alzada para ejecutar la demolición de una muralla divisoria y la construcción de una acequia.

Los trabajos en este edificio marchan con actividad, estando ya terminado el estuco y entablado de cielo en los salones de clases y casa del preceptor.

### ESCUELA DE MOLINA

Esta escuela se construye conforme al tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos. En Agosto del 89 se rescindió el contrato de albañilería, en vista de la exesiva lentitud con que marchaba la obra, por causa de dificultades para proveerse de materiales, y en Septiembre del mismo año se aceptó una propuesta para la terminación definitiva del edificio y entregarlo concluído el 1.º de Octubre del 90, por la suma alzada de setenta y tres mil pesos, habiéndose pagado hasta la fecha un 12 por ciento de dicha suma.

Los trabajos marchan con regularidad y se encuentra el edificio á la altura de enmaderación.

ESCUELA DE TALCA

Se construye según el tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos.

Se ha gastado hasta la fecha el 95 por ciento de la suma estipulada para su terminación.

Este edificio está ya al terminarse y se trabaja actualmente en la terminación de la pintura y asfalto.

ESCUELA DE CONSTITUCIÓN

Se construye con arreglo al tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos.

En Noviembre de 1889 se rescindió el contrato de la obra de albañilería, por falta de cumplimiento del contratista con lo estipulado y en Enero de 1890 se aprobó un contrato para su terminación por la suma alzada de setenta y siete mil ochenta y tres pesos setenta y cinco centavos y en un plazo de 400 días.

Los trabajos en este edificio marchan con regularidad; actualmente se trabaja en el zócalo de las murallas divisorias y terraplenes del edificio.

ESCUELA DE CUREPTO

Aun no se han iniciado los trabajos en este edificio por dificultades que han habido en la elección del terreno; pero siempre está vigente el contrato celebrado para su construcción.

**Edificios á cargo del Arquitecto de las provincias de Linares y Ñuble**

ESCUELA DE SAN JAVIER

Se construye según el tipo núm. 1, con capacidad para cuatrocientos alumnos.

En Diciembre del 89 se aceptó una propuesta del contratista primitivo para la terminación de la obra, por la suma alzada de cuarenta

y un mil setecientos sesenta y siete pesos y en un plazo de ciento cincuenta días.

Los trabajos en este edificio siguen con actividad y en poco tiempo más estará ya terminado. Lo gastado hasta la fecha representa un 75 por ciento de la suma porque fué contratada.

### ESCUELAS DE LINARES

Se construyen ambas con arreglo al tipo núm. 1, con capacidad para cuatrocientos alumnos.

En Octubre del 89 se aceptó una propuesta para entregarlas terminadas el 1.º de Septiembre de 1890, por la suma alzada de ciento treinta y seis mil ciento noventa y ocho pesos, habiéndose gastado hasta la fecha solo el 12 por ciento de la suma estipulada.

Los trabajos se llevan á cabo con bastante actividad, estando ya estos edificios en estado de recibir la techumbre.

### ESCUELA DEL PARRAL

Se construye conforme al tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos. Se ha gastado hasta la fecha el 55 por ciento de la suma porque fué contratada.

Los trabajos en esta escuela marchan con regularidad, sin embargo, el contratista ha pedido prórroga para entregar terminado el edificio.

### ESCUELA DE SAN CÁRLOS

Esta escuela se construye con capacidad para cuatro cientos alumnos.

Siguen construyendose los cimientos de concreto segun lo acordó la Dirección, en vista de la mala calidad del terreno y falta de buena piedra, proporcionando el fisco el cemento necesario. Tambien se ha hecho parte de la albañilería de cal y ladrillo. Ambos trabajos estan contratados á precios por unidad, y lo gastado hasta la fecha representa un 25% del monto calculado para la terminación de este edificio.

Los trabajos se llevan á cabo con regularidad, estando ya esta construcción en estado de pedir propuestas para su terminación por una suma alzada.

### ESCUELAS DE CHILLAN

Son dos: una se construye con arreglo á planos expeciales y la otra segun el tipo núm. 2; ambas con capacidad para cuatro cientos alumnos.

En la núm. 1 se está concluyendo la albañilería á serie de precios por unidad, estando á la fecha terminados los planos y especificaciones para la conclusión de la obra.

La núm. 2 tiene un contrato para la terminación definitiva del edificio, aprobado en Febrero 26 de 1890 por la suma alzada de cincuenta mil pesos; habiéndose gastado hasta la fecha un 30% de dicha cantidad.

Los trabajos de la escuela núm. 1 se encuentran paralizados, esperando únicamente que se pidan propuestas para su terminación.

Los trabajos de la escuela núm. 2 marchan con bastante actividad, siendo á la fecha el estado en que se encuentra el edificio bastante satisfactorio.

### ESCUELA DE BULNES

Esta escuela se construye en conformidad al plano tipo núm. 2 para cuatro cientos alumnos.

En Octubre del 89 se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de cincuenta y ocho mil pesos y en el plazo de nueve meses. Lo gastado hasta la fecha representa un 30% de la espresada cantidad.

Los trabajos siguen con actividad, estando ya concluidos los entablados y la mayor parte del estuco; de manera que en poco tiempo mas estará este edificio terminado.

### ESCUELA DE YUNGAY

Se construye con capacidad para cuatrocientos alumnos y á serie de precios por unidad de trabajos, habiéndose gastado hasta la fecha

el 20% del presupuesto de setenta mil pesos, calculado para su construcción.

Los trabajos marchan con regularidad encontrándose ya el edificio en estado de pedir propuestas para su terminación por una suma alzada.

## Edificios á cargo del Arquitecto de la provincia de Maule.

### ESCUELA DE CAUQUENES

Se construye segun el tipo núm. 1, con capacidad para cuatro cientos alumnos. A la fecha se está construyendo la obra de carpintería á serie de precios por unidad.

Lo gastado hasta la fecha representa un 50% del presupuesto de setenta y cinco mil pesos, calculado para su construcción.

Los trabajos en este edificio marchan con regularidad, estando ya bajo techo toda la construcción.

### ESCUELA DE QUIRIHUE

Se construye con capacidad para cuatro cientos alumnos y tiene un contrato aprobado en Setiembre del 89 para la terminación del edificio, por la suma alzada de cincuenta y dos mil novecientos pesos, debiendo entregarla terminada el 1.º de Noviembre de 1890. Se ha gastado hasta la fecha solo el 25% de la suma porque fué contratada.

Los trabajos han marchado con demasiada lentitud, por cuya causa se ha pedido últimamente la rescición del contrato.

## Edificios á cargo del arquitecto de las provincias de Concepción y Bio-bio.

### ESCUELA DE YUMBEL

Esta escuela tiene capacidad para cuatro cientos alumnos. Tiene á la fecha terminada la obra de albañilería y próximamente se pedirán propuesta para la terminación del edificio.

ESCUELA DE LA FLORIDA

Tiene capacidad para doscientos alumnos. Se rescindió el contrato de albañilería; habiéndose hecho todos los cimientos del edificio y el desmonte del mismo. Lo gastado hasta la fecha es el 12% del presupuesto de setenta mil pesos calculado pars su terminación.

Próximamente se pedirán propuestas para la conclusión definitiva de esta escuela.

ESCUELA DEL TOMÉ

Se construye con arreglo al tipo núm. 1, con capacidad para cuatro cientos alumnos. En Setiembre del 89 se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de sesenta y siete mil quinientos pesos, debiendo entregarla concluida el 1.º de Febrero de 1891. Lo gastado hasta la fecha representa un 50% de la suma porque fué contratada.

En esta obra está al terminarse la albañilería de cal y ladrillo; habiendose concluido la enmaderación del techo en la sección de clases.

ESCUELA DE NACIMIENTO

Se construye con capacidad para cuatrocientos alumnos. Tiene un contrato celebrado para la construcción de la obra de albañilería á serie de precios por unidad de trabajo; y hallándose esta en vísperas de terminarse, se pedirán próximamente propuestas para la conclusión definitiva de este edificio.

**Edificios á cargo del arquitecto de las provincias de Malleco y Cautin**

ESCUELA DE ANGOL

Con capacidad para cuatrocientos alumnos.

Esta escuela tiene un contrato aceptado para su terminación, por la suma alzada de setenta y cinco mil pesos; habiéndose gastado hasta la fecha un 70% de dicha cantidad. El plazo fijado para la terminación definitiva es el 15 de enero de 1891.

En este edificio se hacen los últimos trabajos de carpintería en el interior de la sección perteneciente á clases; estando ya concluida la casa del preceptor.

### ESCUELAS DE TEMUCO Y TRAIGUEN

Se construyen con capacidad para cuatrocientos alumnos cada una de ellas. Ambas se trabajan de material y á serie de precios por unidad; habiéndose gastado hasta la fecha un 5% en la primera y un 30% en la segunda, del presupuesto de setenta mil pesos, calculado para la terminación de cada una de ellas.

En la última de estas escuelas está al terminarse la obra de albañileria de la sección de clases, como también la muralla de circunvalación; y en la primera están paralizados los trabajos.

### ESCUELAS DE VICTORIA Y ERCILLA

Ambas son de material de madera, con capacidad para doscientos alumnos, según los planos tipo núm. 7.

Se ha gastado hasta la fecha un 30 por ciento de la suma de veinte y nueve mil trescientos pesos en que fué contratada la primera y un 40 por ciento de la suma de veinte y nueve mil trescientos porque fué contratada igualmente la segunda.

El estado los trabajos es el siguiente: En la escuela de Victoria se han terminado los entablados de techo y se siguen con gran actividad los trabajos de forros esteriores. En la de Ercilla se ha hecho toda la enmaderación y en la actualidad se está colocando el zinc para la techumbre del edificio.

### ESCUELA DE ARAUCO

Son dos y se construyen con arreglo al tipo núm. 7 con capacidad para doscientos alumnos. En abril del 89 se aceptó una propuesta para construir ambas escuelas por la suma alzada de veinte y cinco mil pesos habiéndose gastado hasta la fecha un 40 por ciento de dicha suma.

En estas escuelas está ya por concluirse la enmaderación y están listas las puertas y ventanas para ser colocadas.

## Edificios á cargo del arquitecto de la provincia de Valdivia

### ESCUELA DE VALDIVIA

Son dos: y su construcción se llevará á cabo con arreglo al tipo núm. 2, con capacidad para cuatrocientos alumnos cada una.

En noviembre de 1889 se aceptó una propuesta para construir cada escuela por la suma alzada de setenta y cuatro mil novecientos noventa pesos y en el plazo de seis meses.

Aun no se ha dado principio todavía á estas construcciones.

## Edificios á cargo del arquitecto de las provincias de Llanquihue y Chiloé

### ESCUELAS NÚM. 1 Y 2 DE PUERTO MONTT

Ambas son del tipo núm. 8 de material de madera, con capacidad para doscientos alumnos cada una.

Lo gastado hasta la fecha en estos edificios representa un 25 por ciento de la suma porque fué contratada la escuela núm. 1 y un 18 por ciento la núm. 2.

El estado de los trabajos es el siguiente: ambas construcciones siguen con bastante actividad; encontrándose ya bajo techo la sección de clases y armados los esqueletos de las casas de preceptores en las dos escuelas.

### ESCUELA DE MAULLIN

Es del tipo núm. 9, de material de madera, con capacidad para cien alumnos. Hay una propuesta aceptada para su construcción, por la suma alzada de quince mil pesos.

No se ha dado principio á estos trabajos por no haber aún terreno disponible para llevar á cabo la ejecución de esta escuela.

### ESCUELA DE FRUTILLAR

Se construye de material de madera, según el tipo núm. 9, con capacidad para cien alumnos; habiéndose gastado hasta la fecha el 90 por ciento de la suma de dieziseis mil pesos por que fué contra

### ESCUELA DE COLLIPULLI

Tiene capacidad para cuatrocientos alumnos. Se construye según un contrato para la terminación de la obra por la suma alzada de tada.

Este edificio se encuentra á la fecha terminado faltando únicamente hacer su entrega definitiva.
setenta y cinco mil setecientos cuarenta pesos, habiéndose gastado hasta la fecha el 60 por ciento de dicha suma. El plazo fijado para la entrega de este edificio es el 15 de febrero de 1891.

Los trabajos marchan con actividad, encontrándose ya las murallas á la altura de envigados. En general el estado en que se encuentra esta escuela es satisfactoria.

### ESCUELA DE CASTRO

Son dos y se construyen con arreglo al tipo núm. 7, de material de madera, con capacidad para doscientos alumnos y fueron contratadas por la suma alzada de dieziseis mil seiscientos cuarenta y cinco pesos cada una para entregarlas terminadas en un plazo de 345 dias.

En estos edificios no se ha dado todavia principio á los trabajos por estar pendiente una resolución del Ministerio relativa al cambio de tipos que se adaptasen al terreno que se tenía disponible para su construcción.

### ESCUELA DE ACHAO

Es del tipo núm. 8, de material de madera con capacidad para doscientos alumnos y no se ha dado principio á los trabajos por encontrarse este edificio en idénticas condiciones que las escuelas de Castro.

### ESCUELA DE ANCUD

Es del tipo núm. 7, de material de madera, con capacidad para doscientos alumnos. Fué contratada su construcción por la suma

alzada de veintiun mil doscientos cincuenta pesos para entregarla terminada en un plazo de 345 dias.

Esta escuela se encuentra en las mismas condiciones que las dos anteriores.

### ESCUELA DE OSORNO

Esta escuela es del tipo núm. 6 y tiene capacidad para doscientos alumnos. En Noviembre del 89 se aceptó una propuesta para su construcción por la suma alzada de diezisiete mil pesos y para entregarla concluida el 1.º de Agosto de 1890.

En este edificio no se ha dado todavia principio á los trabajos.

### ESCUELA DE CALBUCO

Es del tipo núm. 9 con capacidad para cien alumnos. En 24 de Junio de 1889 se aceptó una propuesta para su construcción por la suma alzada de dieziseis mil pesos y en un plazo de doce meses.

No se ha dado principio á este trabajo por dificultades con que se ha tropezado para adquirir el terreno necesario para esta construcción.

## Cárceles en construcción

### CÁRCEL DE LA SERENA

Se construye con planos especiales con capacidad para cuatrocientos reos. En Octubre del 89 se aceptó una propuesta para la construcción del edificio por la suma alzada de doscientos ochenta y ocho mil quinientos pesos, habiéndose pagado hasta la fecha un 15 por ciento de dicha suma.

El plazo fijado para la entrega de la obra fué el 20 de Agosto de 1891.

En este edificio se están construyendo los cimientos y zócalos con una lijera modificación que ha hecho indispensable el desnivel del suelo.

### CÁRCEL DE OVALLE

En Setiembre del 89 se aceptó una propuesta para la construcción de este edificio por la suma alzada de ciento diezinueve mil novecientos ochenta y cinco pesos.

Habiendo resultado inaceptable el terreno que se destinaba á este edificio á causa de su humedad no se ha dado principio á la obra esperando la resolución del gobierno sobre el particular despues de haberse informado que conviene elegir otro terreno.

### CÁRCEL DE LOS ANDES

Se construye en conformidad al plano tipo núm. 6, para cincuenta reos, según el sistema celular y de panóptico.

En Setiembre del 89 se aprobó un contrato para entregar terminado el edificio el 1.º de Enero de 1891 por la suma alzada de ochenta mil pesos, habiéndose gastado hasta la fecha el 30 por ciento de esta cantidad.

Los trabajos se siguen con actividad, estando bastante adelantadas las murallas y bóvedas de cal y ladrillo del edificio.

### CÁRCEL DE SANTIAGO

Este edificio se encuentra ya terminado, como se sabe contiene al frente un cuerpo completamente separado en el que se han construido las oficinas para cuatro juzgados del crímen: dos en el primer piso y dos en el segundo. Cada uno de estos departamentos está consultado con vastos salones para la sala del juez y todas sus oficinas ó sea gran vestíbulo, sala de espera, salón de espera reservado, sala de consultas con el secretario, gran salón de audiencia ó despacho del señor juez, sala privada del mismo, oficina del secretario, sala de escribientes, departamento de servidumbre, etc.

Este edificio contiene además en el segundo piso la casa habitación para el alcaide y en el primero las oficinas de la cárcel.

En dos alas laterales se ha instalado provisoriamente el juzgado diario y el hospital con capacidad para treinta enfermos.

En la ala opuesta la cocína con todos sus anexos y un departamento especial para lavandería.

La cárcel separada del edificio anterior por un camino de ronda de ocho metros de ancho, que lo limita igualmente por sus otros tres costados, está funcionando desde Diciembre del 89. Su capacidad es de cuatrocientos sesenta y dos reos, subdividida en departamentos especiales para clasificar los reos según su sexo y su delito.

Se ha presentado un proyecto de aumento de celdas, que con un costo de cerca de sesenta mil pesos, haría subir el número de celdas á quinientos veintiocho, ó sean sesenta y seis celdas nuevas.

Solo se espera la resolución Suprema para iniciar los trabajos.

El costo total de este edificio hasta la fecha, quedando por cancelar algunos contratos pendientes, es el de doscientos cuarenta y cinco mil ochocientos setenta y tres pesos, treinta y dos centavos.

### CÁRCEL DE SAN BERNARDO

Se construye segun el tipo núm. 5 con capacidad para ochenta reos, y se ha gastado hasta la fecha el 30% de la suma alzada de ciento treinta y dos mil trescientos cincuenta pesos en que se contrató su terminación.

Los trabajos se ejecutan con regularidad, estando las murallas de una parte del edificio á la altura de enmaderación.

### CÁRCEL DE BUIN

Se construye conforme al tipo núm. 7, con capacidad para cuarenta reos y segun el sistema celular.

Los pagos se hacen á serie de precios por unidad de trabajo habiendose gastado hasta la fecha el 40% del presupuesto de ciento diez mil pesos calculado para su construcción.

Los trabajos no marchan con la actividad que sería de desear á causa de que el contratista espone tropezar con muchas dificultades para proporcionarse los materiales necesarios; sin embargo, está terminada la parte de albañilería de la fachada y muralla de circunvalación.

### CÁRCEL DE SAN FERNANDO

Se construye segun el tipo núm. 5 sistema celular con capacidad para ochenta reos. Esta obra se haya paralizada, esperando la resolución del Gobierno.

### CÁRCEL DE RENGO

En este edificio se están ejecutando reformas de gran importancia habiéndose aceptado para su ejecución en setiembre del 89 una propuesta por la suma alzada de cuarenta y ocho mil seis cientos diez pesos cinco centavos y en un plazo de diez meses. Se ha pagado hasta la fecha un 60 por ciento del monto de dicha suma.

### CÁRCEL DE MOLINA

Se construye segun el tipo núm. 6 sistema celular para cincuenta reos.

Los pagos se hacen á series de precios por unidad de trabajo, habiéndose gastado hasta la fecha el 40 por ciento de la suma de ochenta mil pesos en que se estima el costo total de la obra.

Los trabajos marchan con regular actividad, estando ya terminado todo el primer piso y en el segundo se trabajan actualmente las bóvedas.

### PENITENCIARIA DE TALCA

Los trabajos iniciados en este edificio tienen por objeto la construcción de tres galerias de celdas con una capacidad total para doscientos diez reos y la construcción de enfermeria, cocina y talleres.

Habiendose terminado el contrato de la albañileria se pidieron propuestas para la terminación difinitiva de la obra, habiéndose aceptado una por la suma alzada de ciento veintiocho mil pesos, aprovechando diversos materiales que existen en la obra y obligandose el contratista á terminar el trabajo en un plazo de diez meses.

El contratista se ocupa, entre otras cosas, en acumular materiales.

Lo gastado hasta la fecha representa un 15 por ciento de la suma porque fué contratada.

### CÁRCEL DE SAN JAVIER

Se construye segun el tipo núm. 7, sistema celular, para cuarenta reos. En diciembre del 89 se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de ciento dos mil pesos, habiendose gastado hasta la fecha un 25 por ciento de dicha cantidad. El plazo fijado para la entrega de la obra fué el 1.º de enero de 1891.

Los trabajos que se llevan á cabo en este edificio marchan con actividad, encontrandose ya casi terminado la techumbre y la obra de albañileria de cal y ladrillo.

### CÁRCEL DE LINARES

Se construye junto con la intendencia, habiendose aceptado en setiembre del 89 una propuesta para la conclusión definitiva de la obra, por la suma alzada de ciento noventa y ocho mil pesos, habiendose pagado hasta la fecha un 5 por ciento de esta cantidad. El plazo estipulado en el contrato para la entrega de los trabajos fué el 1.º de abril de 1891; marchando estos con poca actividad á causa de que el contratista espone tropezar con mucha dificultad, para tener en la obra el número suficiente de operarios.

### CÁRCEL DE PARRAL

Se construye conforme al tipo núm. 7, sistema celular, con capacidad para cuarenta reos. En setiembre del 89 se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de ciento treinta y cuatro mil seiscientos noventa pesos, habiéndose gastado hasta la fecha el 25 por ciento de esta cantidad.

Este edificio debe entregarse terminado el 1.º de abril de 1890.

El estado en que se encuentra esta obra es satisfactorio y los trabajos marchan con actividad, estando ya para recibir la techumbre el cuerpo de celdas del edificio.

### CÁRCEL DE CAUQUENES

Se construye en conformidad al plano tipo núm. 5, sistema celular para ochenta reos.

Habiéndose terminado la obra de carpinteria, se aprobó un contrato en setiembre del 89, para entregar concluida la obra el 1.º de agosto de 1890, por la suma alzada de cuarenta y ocho mil trescientos pesos, habiéndose gastado hasta la fecha un 90 por ciento de esta cantidad. En diciembre del año próximo pasado, se aceptó también una propuesta para la prolongación de la muralla de circunvalación, á fin de cerrar un sitio cedido por la Municipalidad. La obra fué contratada á série de precios por unidad de trabajo.

En este edificio los trabajos se llevan á cabo con actividad en todas sus partes.

### CÁRCEL DE QUIRIHUE

Se construye con planos especiales, segun el sistema celular, con capacidad para cuarenta y seis reos.

Los trabajos se encuentran paralizados y proximamente se pediran propuestas para la terminación de este edificio.

### PRESIDIO DE LOS ANJELES

Se construye segun el sistema celular, con capacidad para trescientos ochenta y cuatro reos, habiéndose gastado hasta la fecha el 20% del presupuesto de trescientos mil pesos calculado para su construcción.

En este edificio se han terminado los cimientos y actualmente se trabaja el emplantillado.

La Sección se ocupa de hacer preparar los planos y demas detalles para su terminación.

### CÁRCEL DE CORONEL

El plano corresponde al tipo núm, 7, sistema celular, con capacidad para cuarenta reos. En Diciembre del 89 se rescindió el con-

trato de la albañilería, habiendose invertido hasta la fecha el 25% del presupuesto de sesenta y cuatro mil cuatro cientos once pesos ochenta y dos centavos, aprobado para su construcción, en Enero de 1888.

Próximamente se pedirán propuestas para la terminación de este edificio.

### CÁRCEL DE TOMÉ

Se construye en conformidad al plano tipo núm, 8, sistema celular, con capacidad para veinte y cinco reos. En Abril del 89 se rescindió el contrato de la albañilería.

Se ha gastado hasta esa fecha el 25% del presupuesto de cincuenta y dos mil doscientos cuarenta y cuatro pesos, aprobado para su construcción en Enero de 1888.

Hasta la fecha en que se rescindió el contrato se ejecutó en este edificio una gran parte de los cimientos y terraplenes.

Próximamente se pedirán propuestas para su terminación.

### CÁRCEL DE TEMUCO

Se construye conforme al plano núm. 5, sistema celular, con capacidad para ochenta reos.

En Octubre del 89 se terminaron los cimientos y á la fecha se preparan planos y demas datos para pedir propuestas por la terminación de este edificio.

### CÁRCEL DE TRAIGUEN

Se construye igual á la anterior; y lleva gastado hasta la fecha el 12% del presupuesto de ciento veinte y cuatro mil seiscientss ochenta y ocho pesos sesenta y cuatro centavos, calculado para su construcción.

En este edificio se sigue con regular actividad los trabajos de las secciones de los cimientos de piedra y de albañilería de cal y ladrillo,

CÁRCEL DE COLLIPULLI

Se construye en conformidad al tipo núm. 6, con capacidad para cincuenta reos.

En Octubre del 89 se aceptó una propuesta para entregar el edificio terminado el 1.º de Junio de 1891, por la suma alzada de noventa y nueve mil seis cientos diez y seis pesos, habiendose gastado hasta la fecha el 40% de esta cantidad.

Este edificio se encuentra en regular estado de adelanto.

## Edificios varios en construcción

ADUANA DE IQUIQUE

En Septiembre del 89 se aceptó una propuesta para construír un galpón en la plazuela de la Aduana, con la reja correspondiente, en un plazo de seis semanas y por la suma alzada de siete mil seiscientos veinte y seis pesos.

ADUANA DE ANTOFAGASTA

En Octubre del 89 se presentaron los planos, especificaciones y presupuesto para la construcción de los edificios destinados á almacenes de aduana, casa anexa, oficinas y reparaciones de los edificios existentes.

LICEO DE ANTOFAGASTA

En Marzo de 1890 se aceptó una propuesta para la construcción de dicho edificio, por la suma alzada de sesenta y ocho mil pesos y en un plazo de siete meses

ADUANA DE COQUIMBO

En Octubre del 89 se aceptó una propuesta para la construcción de la casa destinada al Administrador de la aduana de Coquimbo, por la suma alzada de trece mil novecientos setenta y cinco pesos

habiéndose gastado hasta la fecha un 50 por ciento de esta cantidad. El plazo para entregar terminado el edificio era el de ocho meses.

Los trabajos marchan con toda regularidad, estando ya casi terminada la enmaderación del edificio.

### ESCUELA NORMAL DE PRECEPTORAS DE LA SERENA

Esta escuela se construye según los planos de la Escuela Normal de Preceptoras de Santiago. En Septiembre del 89 se contrataron los cimientos, haciéndose los pagos por unidad de trabajo, teniendo el contratista la obligación de concluír una cantidad determinada cada mes. Se calcula el monto total del edificio en la suma de doscientos veinte mil pesos, habiéndose gastado hasta la fecha un 8 por ciento de esta suma.

Esceptuando los cimientos para las pilastras, se han concluído ya todos los de este edificio.

### INTENDENCIA DE LA SERENA

Este edificio destinado á Intendencia de la provincia y oficinas públicas del departamento, se construye por la suma alzada de ciento cuarenta y ocho mil pesos, habiéndose invertido hasta la fecha solo el 2 por ciento de esta suma.

En este edificio se está haciendo la demolición de las murallas del antiguo edificio que dan á la calle y se ha comenzado la construcción de los cimientos.

### GOBERNACIÓN DE LOS ANDES

Este edificio destinado á la Gobernación y demás oficinas públicas del departamento, fué contratada su construcción por la suma alzada de ciento un mil pesos, habiéndose gastado hasta la fecha un 90 por ciento de esta suma. Posteriormente se han aceptado propuestas para la ejecución de diversos trabajos suplementarios que no se hallaban incluídos en la propuesta primitiva, tales como pintura, donde solo había enlucido; acequia y tapas de fierro para id.; todo á serie de precios por unidad de trabajo.

Este edificio está al terminarse, faltando solamente las decoraciones de la fachada y colocación de puertas y ventanas en el 2.º piso.

HOSPITAL DE PUTAENDO

Se han ejecutado en esta oficina los planos, especificaciones y presupuesto por setenta y ocho mil quinientos cuarenta y un pesos sesenta centavos para la ejecución de este edificio, de material sólido y con capacidad para setenta y dos enfermos.

Esta Sección solo corre con la inspección técnica de los trabajos. Las propuestas para la construcción y los pagos que se hacen corren por cuenta del Ministerio del Interior.

HOSPITAL DE LA LIGUA

Este edificio se construye asimismo, de material sólido, con capacidad para cuarenta enfermos, habiéndose ejecutado en esta Sección los planos, especificaciones y presupuesto ascendente á la cantidad de vientidos mil pesos.

Como el anterior, esta Sección solo está á cargo de la inspección técnica de los trabajos.

BOLSA COMERCIAL DE VALPARAÍSO

En este edificio se instalarán, además de la Bolsa Comercial, el Resguardo y varias otras oficinas marítimas. Se ha invertido hasta la fecha en su construcción el 90 por ciento de la suma alzada de ciento treinta y cinco mil trescientos pesos en que se contrató su ejecución.

Está ya al terminarse la obra de pintura y colocación de zinc.

FARO DE CURAUMILLA

El faro mencionado es de primer órden y se construye en la punta de Curaumilla, provincia de Valparaíso, según propuesta aceptada en Octubre del 89, por la suma alzada de veinte y nueve mil novecientos noventa pesos y en un plazo de ocho meses, habiéndose gastado hasta la fecha un 45 por ciento del monto de la propuesta.

En este edificio están los cimientos ya terminados y la albañilería se encuentra á la altura de un metro.

### LICEO DE NIÑAS DE VALPARAÍSO

En este edificio se seguían con gran actividad los trabajos para la terminación de la obra, habiéndose pagado un 80 por ciento de la suma de trescientos veinte y dos mil setecientos setenta pesos setenta y cinco centavos en que se contrató su construcción.

Desgraciadamente un incendio destruyó gran parte de la obra que pronto se proseguirá nuevamente.

### CASA DEL RECTOR DEL LICEO DE VALPARAÍSO

Se construye al lado sur del edificio del liceo, según propuesta aceptada en octubre del 89, en un plazo de doscientos cuarenta días y por la suma alzada de veintiun mil cuatrocientos noventa y siete pesos ochenta y cinco centavos, habiéndose pagado hasta la fecha un 90 por ciento de esta cantidad.

Está al terminarse la obra de carpintería y se colocan las puertas y ventanas.

### ALMACEN DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Se construye en la alameda Matucana, según propuestas aceptadas en febrero y junio del 89, á serie de precios por unidad. En setiembre del mismo año se modificó el contrato de la carpintería, en el sentido que el contratista se proporcionase la madera que antes le suministraba el Fisco, aumentando en consecuencia la serie de precios. Las razones que se tuvo presente para aceptar esta reforma, fué la economía que siempre resultaba al Fisco, al pagar sólo la madera elaborada.

El costo total de este edificio, á la fecha es el de $ 30,493.93.

### ESCUELA NORMAL DE PRECEPTORES DE SANTIAGO

En este edificio se ha invertido hasta la fecha un 90 por ciento de la suma alzada de cuatrocientos cuatro mil cuatrocientos ochenta

y cinco pesos, ochenta y nueve centavos; en que se contrató su construcción. Posteriormente se han aceptado dos propuestas, para la ejecución de trabajos que no se hallaban comprendidos en las especificaciones; una para la construcción de una acequia y otra para rejas de ventanas.

Por lo demás en esta obra los trabajos siguen con actividad y estará pronto terminada.

ESCUELA MILITAR

En octubre próximo pasado se aceptó una propuesta para la ejecución de la obra de albañilería del 2.º piso y la carpintería de todo el edificio, á serie de precios por unidad de trabajo, y últimamente se ha aceptado una propuesta para proporcionar las vigas de fierro que se han de emplear en la obra.

En este edificio se siguen levantando las murallas de cal y ladrillo del 2.º piso. Estas han llegado en parte á la altura del segundo envigado; se espera dejar techada la mitad del edificio para el 1.º de agosto.

En estos últimos días se ha dado principio á la albañilería del pórtico interior.

El costo total de la obra, hasta la fecha es el de ciento noventa y siete mil seiscientos ochenta y siete pesos un centavo.

**Nueva entrada á la Quinta Normal**

En diciembre de 1888 se aceptó una propuesta para ejecutar una entrada con sus construcciones anexas á la Quinta Normal de Agricultura, frente á la Avenida Portales, por el precio alzado de trece mil pesos. El contratista quedó obligado á terminar todos los trabajos en el plazo de ciento cincuenta días.

Se ha invertido hasta la fecha un 73 por ciento de la suma alzada, valor de la obra.

Los trabajos siguen con toda regularidad, estando al terminarse la obra de albañilería.

INTERNADO DE SANTIAGO

En setiembre de 1889 se aprobó un contrato celebrado para la construcción de la obra de albañilería, en virtud del cual se comprometían los contratistas á entregar concluidos los trabajos el 30 de abril del presente año, mediante un aumento en el precio fijado á la albañilería.

Así mismo se aprobó otro contrato para la ejecución de la obra de carpintería, debiendo el contratista entregar concluido los trabajos el 25 de mayo del presente año, proporcionando el Fisco la madera.

Últimamente se ha aceptado una propuesta para la construcción de las puertas y ventanas.

Este edificio se encuentra en la actualidad en el siguiente estado:

Un cuerpo central al frente principal, ó sea mirando al sur, y que contiene la parte administrativa, se encuentra solamente en cimientos, por haberse aceptado últimamente el proyecto definitivo de fachada principal.

Los cuatro patios laterales, que forman la sala de clases en el primer piso y dormitorios en el 2.° y 3.° estan techados y se principian los entablados.

Toda la parte de edificio que contiene la servidumbre, ó sea el costado norte, incluso comedores, se encuentran igualmente techada; debiendo en breve principiarse los trabajos de estuco y decoración interior.

En el mismo estado se encuentran las seis casas para Directores y profesores que limitan el edificio principal por sus cuatro esquinas

En vista de las órdenes recibidas últimamente se han dado las instrucciones para concentrar el trabajo en dos patios y sus dependencias para habilitarlos en Febrero próximo como Internado, correspondiendo á esta parte del edificio una capacidad para cuatro cientos alumnos.

El costo total de la obra, hasta la fecha, es el de $ 848,361.48.

### ESCUELA DE ARTES Y OFICIO DE SANTIAGO

Se construye á serie de precios por unidad de trabajo.

En Agosto de 1889 se aceptó una propuesta para la construcción de la ferretería de los talleres, en un plazo de veinticinco dias, contados desde la fecha de la entrega de los planos.

En este edificio solo falta techar el almacen de artefactos y materias primas. Está armada toda la enmaderación de fierro de los diversos talleres. En la actualidad se terminan los entablados de piso y cielo y se principian á colocar las puertas y ventanas.

Se espera habilitar el establecimiento para Enero próximo, siempre que se obstengan los fondos necesarios para terminar la obra.

Lo gastado hasta la fecha en este edificio asciende á la cantidad de $ 176,224.05.

### HOSPITAL DE SAN VICENTE DE PAUL

Se construyen los anexos del hospital por el precio alzado de dos cientos treinta mil ochocientos noventa y ocho pesos, habiéndose gastado hasta la fecha el 60% de esta cantidad.

Por no haber consultado partida en el presupuesto, para la totalidad de los trabajos que se han de efectuar, se prolongará la terminación de esta obra.

### INSPECCIÓN JENERAL DE INSTRUCCIÓN PRIMARIA

Este edificio situado en la primera cuadra de la calle de Amunátegui, contiene al frente numerosas oficinas para la Inspección General y su personal.

Separado por un patio y al fondo del terreno, se ha construido un gran salon de dos pisos que se rodeará de estantes para depósito de libros y útiles para todas las escuelas de la República.

El edificio contiene ademas, un gran galpon igualmente de dos pisos, para el embalaje de las remesas de libros á las provincias y para instalar un gran taller de encuadernación.

El estado del edificio permitirá habilitarlo para su destino en dos meses más.

En esta construcción se ha invertido hasta la fecha el 80% de la suma alzada de setenta y dos mil trescientos setenta y dos pesos porque fué contratada.

### MINISTERIO DE INDUSTRIA Y OBRAS PÚBLICAS

Este edificio que se construye en la calle de Morandé, frente al palacio de la Moneda, se dió á contrata su ejecución, en Setiembre del 89 por la suma alzada de trescientos veinte y nueve mil novecientos noventa pesos, habiendose invertido hasta la fecha solo el 2% de esta cantidad.

El plazo para entregar el edificio terminado fué el 1.º de Junio de 1891.

Los trabajos en en este edificio han marchado con suma lentitud y se han dado ya los pasos necesarios por la Sección para que se modifique este estado de cosas.

### LICEO DE SAN FERNANDO

En Octubre de 1889 se aceptó una propuesta para la terminación del edificio por la suma alzada de cuarenta i ocho mil pesos, habiéndose gastado hasta la fecha el 45% de esta suma.

En la actualidad se estan terminando las obras de la fachada, y la pintura interior, como tambien la colocación de las puertas y ventanas del edificio.

### INTENDENCIA DE CURICÓ

En esta construcción se ha gastado hasta la fecha un 28% de la suma alzada de ciento sesenta y siete mil novecientos treinta pesos, cincuenta centavos en que se contrató su terminación.

Este edificio que será de aspecto monumental en relación á la importancia de la localidad ha sido necesario terminarlo así, siguiendo la parte que estaba edificada yá, antes de contratar su terminación.

### CASA CONSISTORIAL DE MOLINA

Se encuentra en el mismo caso que el edificio de la Intendencia de Curicó.

Se ha gastado hasta la fecha un 30% de la suma alzada de cincuenta y dos mil pesos en que se contrató su terminación.

En este edificio se están construyendo los cimientos, los cuales no se han aun terminado por falta de piedra.

### INTENDENCIA DE TALCA

En Febrero del presente año se aceptó una propuesta para la terminación de la obra por la suma alzada de cuarenta y cuatro mil quinientos pesos. El plazo fijado para entregar la obra terminada es el de ciento treinta días.

Lo gastado hasta la fecha asciende á la cantidad de $ 11,198.39.

El arquitecto director de la obra ha dado principio á los trabajos de este edificio por cuenta del contratista, pues el representante de éste no posee el poder debidamente legalizado que lo acredite como tal.

### CASA DE CORREOS Y TELÉGRAFOS DE CONCEPCIÓN

En este edificio se ha invertido hasta la fecha un 95 por ciento de la suma alzada de cuarenta y cinco mil pesos en que se contrató su terminación.

En pocos días más estará totalmente terminado, habiéndose concluído ya los trabajos interiores del segundo piso, que era lo que faltaba por ejecutar.

### ESCUELA NORMAL DE PRECEPTORAS DE CONCEPCIÓN

Se construye este edificio á series de precios por unidad de trabajos, habiéndose invertido hasta la fecha un 17 por ciento del presupuesto de doscientos veinte mil pesos calculado para su construcción

En esta obra está ya al terminarse la obra de albañileria del primer piso. Lo gastado hasta la fecha asciende á la cantidad de treinta

y siete mil cuatrocientos noventa y cinco pesos treinta y cinco centavos.

LICEO DE LOS ÁNGELES

En Febrero del presente año se contrató su construcción por la suma alzada de doscientos cincuenta y cinco mil pesos y en un plazo de veinticuatro meses y en Abril del mismo año quedó sin efecto el decreto de aceptación de esta propuesta.

INTENDENCIA Y OFICINAS FISCALES DE LEBU

En Noviembre del 89 se contrató la construcción de este edificio por la suma alzada de cuarenta y cuatro mil seiscientos pesos. El plazo estipulado para la entrega es el 1.º de Noviembre del presente año. Se ha gastado hasta la fecha la cantidad de $ 20,640.

Los cimientos están al concluirse y pronto se comenzará la construcción de la albañilería de cal y ladrillo.

INTENDENCIA DE CAUTÍN

En Marzo 10 del presente año se aceptó una propuesta para construir este edificio por la suma alzada de noventa y cuatro mil pesos y en un plazo de diez y seis meses.

Solo en fecha de Abril 9 se dió al contratista el trazado de las líneas principales del edificio, habiéndose hecho los heridos para los cimientos.

Se ha gastado hasta la fecha en esta obra la cantidad de $ 960.

MOVIMIENTO DE LA OFICINA

Durante el año de 1889, el movimiento de piezas escritas que tuvo la oficina de mi cargo, en lo relativo á informes que hubo que evacuar, á notas dirigidas al señor Director y á oficios y telegramas dirigidos ya á los arquitectos de provincia como á Intendentes y Gobernadores, con motivo de las necesidades del servicio y buena marcha de los edificios en construcción, fué el siguiente:

| | |
|---|---|
| Informes despachados..... | 270 |
| Notas al señor Director..... | 572 |

Id. á los señores arquiquectos, Intendentes y Gobernadores..... 711
Comunicaciones recibidas por la Sección..... 1,286

Durante este mismo año esta Sección ha corrido con la revisión y fiscalización directa de los estados de pagos correspondientes á los edificios en construcción de Santiago, fuera de la fiscalización indirecta de los de provincia.

El número de dichos estados es de setecientos cincuenta y ocho y suman á la vez la cantidad de *un millón ciento ochenta y dos mil ciento trece pesos diez y seis centavos*, cuyos pagos se han tenido que autorizar después de prolija revisión.

ALBERTO LLONA.

# CUARTA SECCIÓN

## MINAS Y GEOGRAFIA

## MEMORIA

### DEL JEFE DE LA SECCIÓN DE MINAS Y GEOGRAFÍA, 1889 Á 1890

Ha transcurrido un año más sin haberse conseguido nada en el sentido de la organización que requiere esta sección para responder á sus importantes fines.

Los trabajos geográficos, cada vez más necesarios á medida que las exigencias del progreso público hacen palpar las deficiencias y errores del mapa oficial de la República, no han podido ser estendido más allá de las pequeñas operaciones de detalles que la fenecidad «Comisión Esploradora de Atacama,» con sus propios y exhaustos recursos, ha podido verificar dentro de los límites del campo de acción que le estaba trazado.

Los resultados del considerable trabajo realizado en el Desierto y cordilleras de Atacama, que el país habría podido aprovechar desde largo tiempo ha, se continuan en lo geográfico (gracias al favor especial del señor Director general para proporcionarme dibujantes) con la actividad posible en esta clase de trabajos de minuciosa laboriosidad y atenta observación.

En el ramo de minería, el mismo deplorable abandono de toda niciativa en el sentido de atender al servicio de la industria que es-

plota la fuente más fecunda y poderosa de la prosperidad material del país.

Algunas tentativas para emprender el estudio trascendental de la región carbonífera que se estiende desde el río Itata al sur, empezada con el más satisfactorio éxito, hubieron de ser desistidas y abandonadas por falta de viáticos para un ingeniero y de los pequeños auxilios indispensables.

El aprovechamiento de los trabajos realizados por la Comisión Esploradora en los distritos mineros de más importancia en el norte, sigue indefinidamente aplazado para cuando se cuente con los medios de darlos á luz.

El estudio mineralójico y petrográfico de las numerosas colecciones que deben dar á conocer la riqueza mineral y la composicion geológica de la estensa región esplorada desde Guasco al Loa y desde la costa marítima hasta última cordillera que limita por el oriente la ancha zona de la altiplanicie atacameña, se va haciendo en tales condiciones que no me permitiría apreciar ni aproximadamente la fecha de su remota terminación.

Los trabajos de redacción y de dibujo para una obra descriptiva que puede constar de varios volúmenes impresos é ilustrados, han continuado, como aquellos, esperando la hora de entregarlos á la publicidad.

Si materiales aglomerados desde tiempo ha y resultados inmediatamente utilizables han permanecido y permanecen aún en insuperables dificultades para llegar á sus fines, innecesario sería esponer que nada ha sido posible emprender en trabajos de iniciativa sobre ninguno de los ramos á cuyo servicio se debe la sección de Minas y Geografía, si no fuera de obligación dejar á lo menos constancia del interes que inspiran á los encargados de desempeñarlos y de las gestiones hechas por verlos realizados.

La creación de un cuerpo de ingenieros geógrafos para emprender en todas sus necesarias ramificaciones el levantamiento del mapa detallado de la República, así como la formación del indispensable cuerpo de ingenieros de minas para el fomento de este poderoso elemento de la riqueza del país, exigirían ciertamente mui crecidos gas-

tos, pero la obra paulatina y combinada de ambos servicios, el minero y el geográfico, que por su naturaleza y sus fines se completan mutuamente, realizaría en gran parte el objeto y avanzaría gran trecho cada año sin más sacrificio que la organización de esta sección de Minas y Geografía con unos pocos ingenieros especialistas.

Sin pretender exajerar el mérito de los trabajos así realizados en Atacama, se puede ofrecer como ejemplo lo realizado en ellos con tan reducido personal y exíguos recursos, y verificado en el breve tiempo hábil que dejaban disponible las frecuentes y largas interrupciones sufridas en las alternativas de la discusión de los presupuestos y las engorrosas gestiones de cada ocasión para llegar á obtener los exíguos fondos asignados.

Entre otras atribuciones de esta oficina, la de los privilegios esclusivos, ha ofrecido ocasión de comprobar lo defectuosa de la antigua ley de 1840 y lo incompatible de sus disposiciones en las circunstancias industriales de la actualidad.

La publicación de una «Revista de la Dirección de Obras Públicas» que por tan poco tiempo ofreció á esta sección la hospitalidad de algunas páginas para dar á luz algo de su voluminoso archivo sobre los estudios de Atacama, apénas vivió lo bastante para dar á conocer y poner al servicio del progreso geográfico universal un solo capítulo completo donde se establecen los sistemas usados, la índole del trabajo y la exposición completa del resultado de los cálculos jeodésicos y astronómicos.

La exposición de los procedimientos seguidos en el levantamiento rápido y económico de la carta geográfica del Desierto y Cordilleras de Atacama, acompañando el cuadro de las coordenadas topográficas y geodésicas de la estensa triangulación, trazada al paso de un itinerario de esplorador, ha servido ya en el extranjero para correjir los antiguos errores ajustando los límites y los lugares geográficos al rigor de la exactitud matemática.

Falta ahora que nosotros mismos demos también á luz nuestra propia obra enriquecida con los indispensables detalles y con las ilustraciones geológicas y mineras que darán á conocer en su verda-

dera y exacta significación una de las regiones más ricas del globo en el reino mineral.

Estas diversas materias han sido objeto de los trabajos que voy á enumerar brevevemente, agregando en compendiado resúmen las reflexiones á que dan lugar.

## Geografía

La publicación de los elementos geográficos y de los métodos usados en el levantamiento de la carta del Desierto y Cordilleras de Atacama, ha dejado entregado al criterio público y al juicio competente de los geógrafos, los resultados de un trabajo realizado con ínfimo personal y exígnos recursos; sin brigadas de ingenieros y sin los costosos y grandes elementos que en las naciones europeas se destinan á obras de tal magnitud.

El campo de esploraciones ha sido el desierto árido, en toda su estensión, y la frígida altiplanicie andina desde sus más altas cumbres hasta sus valles más recóndicos; en parajes difíciles de abordar y á veces imposible sin la posesión de costosos medios de trasporte y subsistencia.

No se puede pretender el haber abrazado en todos sus detalles el estudio geográfico ni el de las demás materias que constituian el objeto de las esploraciones, pero se puede afirmar, con la exhibición de los hechos consumados, que lo llevado á término ha sido lo bastante en relación á la importancia relativa de las regiones que fueron objeto de los trabajos.

Los deslindes internacionales han quedado definidos con tal grado de precisión y proligidad que no necesitarían ser objeto de nuvos ni más necesarias amplicaciones en la estensión de más de cien leguas geográficas de la cordillera limítrofe que media entre el cerro del Potro, donde termina la cadena uniclival de nuestros Andes australes, hasta el pico de Granadas en plena meseta de la región boliviana y punto común donde se intersectan las líneas limítrofes de las tres repúblicas colindantes.

Entre esa línea, término oriental de nuestro territorio y de la costa marítima que media entre los rios estremos del Huasco y Los

la superficie total alzada por los estudios y mensurada con una red de más de quinientos triángulos principales, representa una estensión que eqvivale á un tercio de la superficie del resto de Chile hasta el canal de Chacao.

Algunos trabajos suplementarios y de detalles realizados en el terreno durante el año trascurrido, han llevado con más nutridos datos importantes algunos cloros del trabajo general, y todavía había ocasión de acabar con los pocos que restan y que la definitiva terminación del trazado en grande escala ha señalado nuevamente.

Repito que solo desde hace algunos meses he podido disponer de los dibujantes necesarios haciendo uso de recursos disponibles para otras secciones de la Dirección General, gracias al especial interés y deferencia que debo al señor director, habiendo sido el fruto del trabajo realizado, la preparacion de más de cien dibujos parciales y generales del mapa en difereutes escalas y con destinos á especiales servicios, desde la de 1/1.000000 hasta la de 1/250.000.

Esta última, que aun no admite la colocación de muchos detalles de interés que serán reproducidos en escalas mayores, abraza una extensión desmensurada, pero habrá que aceptala, tanto por convenir al más completo y exacto figurado de los detalles, cuanto por ser la misma escala del mapa general de la República trazado por el señor Pissis.

La reproducción en escala de 1/500000 resulta todavía demasiado grande para el uso manual de los viajeros, para los cateos y usos industriales, pero juzgo que será conveniente adoptar esta escala como definitiva para la publicidad, por cuanto en otra menor no se aprovecharían para aquellos importantes destinos todas las indicaciones que contiene.

Los trazados en escala de 1/1000.000 y otros más reducidos se reservan para la dilucidación de materias especiales, como la distribución de los sistemas hidrográficos, las líneas principales de la oreografía y sus ramificaciones diversas, los contornos geológicos, la colocación ñe aguadas, la repartición de las formaciones metalíferas, las zonas de uejetacion y esterilidad, los perfiles topográficos, etc.

Los autores de todos estos trabajos responde de cuanto está contenido en ellos con la responsabilidad de su verificación personal. No hay un sólo punto, fuera de los detalles tomados de las cartas marinas, ageno á la constatación del gefe ó de sus ayudantes. Aun el trazado de los ferrocarriles, no ha podido ser aprovechado, porque los errores de orientación, y de otra naturaleza chocaban, al relacionar esos planos con el levantamiento geográfico, introduciendo diferencias que no eran compatibles con el grado de exactitud que resulta del célculo geodésico.

Un punto delicado, sobre el cual hubo da insistirse en repetidas pruebas hasta llegar á un resultado satisfactorio, fué el de la fijación astronómica, del punto origen para la referencia de las coordenadas topográficas, situado en la ciudad de Copiapó; pero mediante los procedimientos de precisión y la competencia del personal del Observatorio Astronómico. su solución quedó definitivamente conseguida y con ella rectificados los errores de posición geográfica contenidos en los antiguos mapas.

En Copiapó y en Antofagasta han quedado fijos con señales de piedra en forma de linderos los puntos de observación á fin de que ellos mismos sirvan en lo futuro para verificar sus resultados y los que á ellos se refieren.

En pocos meses más, desovupado el personal de planta de la sección de Minas v Geografía de la asidua atención que debe á la construcción de sus mapas, estaré en disposición de reanudar estos trabajos, interrumpidos en el ualle del Hnasco, segun los procedimientos espeditos y económicos antes usados y con la perfección en los métodos y precisión de los resultados que la laboriosa esperiencia ha enseñado y que requiere también la mayor importancia del territorio á medida de su aproximación al centro de la República.

Doblado siquiera ese diminuto personal, podríase emprenúer simultáneamente el trabajo partiende desde esta misma ciudad capital.

En mis repetidas exhortaciones al interés por el progreso geográfico y minero, he indicado el plan combinado segun el cual sería mas

económico y eficaz la realización de ese ideal de protección y fomento para factores tan poderoso de la presperidad pública.

La falta de ocasión propicia para tomarlas en cuenta las ha dejado siempre sin efecto, por una parte, y por otra, la consideración de gasto que sería prudente asignar para tales servicios.

Formado un plan dado, la razón de la economía lo modifica sin el criterio del conocimiento de la materia, dejándolo defectuoso ó absurdo.

Es preferible en este caso, partir del presupuesto dado y sobre él, fundar el plan de gastos y del personal indispensal.

Mientras tanta, en la esfera de los procedimientos y diligencias que no cuestan dinero, he procurado aprovechar todas las circunstancias y medios que pudieran conducir á los fines de mi cargo en este interesante ramo de la geográficia nacional.

Ante el «Instituto de Ingenieros», el juicio formado por esa autorizada corporación respectos de los trabajos geográficos realizados en el Desierto y Cordilleras de Atacama, la indujo á manifestar oficialmente su opinión ante el señor Ministro de Obras Públicas en el sentido de encarecer la necesidad de prolongar esos estudios hacia el resto de la República y de iniciar con ellos el principio de la anhelada formación del plano catastral. La gestión no tuvo resultado.

Los artículos 10 y 11 de la ley que crea la Direccción General de Obras Públicas contiene disposiciones utilísimas que prestarian eficaz concurso al trabajo del catastro, pero tales disposicíones han quedado en absoluta prescindencia y desconocimiento, y la oficina encargada de aprovecharlas no tiene facultad ni los medios de hacerlos cumplir,

Los planos de todos los ferrocarriles construidos y estudiados, los de caminos y las operaciones topográficas a que tales obras dan lugar, se estrayian, se malogran ó por lo menos, si quedan disponibles en alguua oficina pública, grandes son los trabajos para obtenerlos, y no pocos como queda dicho, los que derivan de no haber consultado, para su representación en el papel, el rigor de construcción

conveniente para los efectos de la exacta reproducción de las lineas del terreno sobre el mapa.

No solo por la traza horizontal sino tambien en mucho, por los perfiles del terreno, y la ocasión propicia que á los ingenieros carrilanos se les presenta para coleccionar rocas, describir la topografía y dibujar el paisage, sus interesantes trabajos son de una utilidad inapreciable para el geógrafo.

Desde la creación de la Dirección General de Obras Públicas, la sección de mi cargo se promete á este respecto, fecunda y abundante cooperación que se apresurará á aprovechar tan pronto como tenga los elementos que para tales fines son necesarios.

Con motivo de la instalación de la Comisión internacional de límites con la República Argentina, consideré oportuna la ocasión para proceder á preparar un sistema de trabajos geodísicos y astronómicos que permitiera fijar con la mayor precisión posible, entre otros puntos fundamentales. el de la linea anticlinal de los Andes donde la intersecta el hilo telegráfico trasandino. Establecer al efecto, una estación astronómica y telegráfica provisional en aquella altura limítrofe y cambiar señales de tiempo con los respectivos observatorios de Chile, por nuestro lado, y los de Córdoba y La Plata, por el otro habria dado motivo á operaciones de mayor interés para los fines de esta oficina en el ramo de geografía.

El astrónomo señor Cbrecht propondria una doble serie de operaciones trasladándose alternativamente una comisión de observadores de cada nación á aquel punto, para comunicar con los observatorios respectivos, consiguiéndose así la doble ventaja rigorosa comprobación Á de una neutralidad absoluta del resultado obtenido.

Los ingenieros de la comisión internacional opinan, con razón que no deben apelar á operaciones matemáticas para determinar la posición geográfica de los puntos limítrofes en la cordillera divisoria por cuanto los errores inherentes á ellos, por pequeños que fueran afectarían á la exacta y precisa determinación de los puntos señalados, siendo preferible dejar en ellos, como eternos y enamovibles testigos, los signos naturales del terreno mismo en vez de construcciones artificiales erigidas al efecto.

Tanto más interesante se hace entonces la oportunidad de los trabajos geográficos, para ligar por medio su red de líneas matemáticas los puntos que determinan el límite de la soberania patria desde sus más remotas estremidades; con su punto céntrico sobre el pilar del meridiano de Santiago, en el corazón del país, donde el péndulo astronómico bate las pulsaciones de la vida nacional de segundo en segundo

## Minería

En este ramo de la riqueza pública, base fundamental de las industrias que más directamente impulsan el progreso material, y fuente fecunda de los valores que más imfluyen en las condiciones económicas de los pueblos, se ha procurado también hacer lo más posible.

El levantamiento del plano esterior de algunos distritos minerales que en la brevedad del tiempo destinado á las exploraciones no podía ser emprendido entonces, se ha logrado ahora y concretado á los grupos de que consta la región de Caracoles, y al cerro del Guanaco dando publicidad á este último mediante un auxilio extraordinario decretado en razón de la considerable importancia de aquel centro de producción aurífera

Se ha aumentado con interesantes adquisiciones el archivo de planos interiores de algunas minas de plata, oro y cobre que serán aprovechados en la en descripción minero-industrial del desierto.

Nuevos y variados dibujos de máquinas y aparatos usados en la esplotación de las minas han aumentado también el número de los ya existentes para ilustrar ese ramo de la industria,

Un encargo de exploración y estudio de la región carbonífera del sur, que tan fecundo en bienes podría ser para la fortuna pública, quedó reducido á un mero exámen que el ingeniero especialista de que esta sección dispone, pudo verificar en el interior de algunas minas de Coronel y en la reducida estensión superficial que las circunstancias la permitieron visitar.

Resulta de esta pequeña escursión fué el importante informe que vió la luz qública en la REVISTA DE LA DIRECCIÓN GENERAL.

Otro estudio del mismo ingeniero, verificado oficiosamente en la cuenca carbonífera de Dichato, de mas considerables proporciones y de oportuna importancia, yace oculto á la luz por falta de recursos para su publicación.

De esta manera, por falta de aquellos más indispensables medios de que ninguna oficina pública carece, la sección de minas no solo está impedida para egercer sus funciones sino hasta para darse la satisfacción de entregar al uso público el fruto de sus obras.

El gefe de la sección ha presentado diversos proyectos de organización de un personal de ingenieros para el servicio de la minería, y también proyectos de detalle para urgentes necesidades especiales, como el estudio de la región carbonífero, entre otros.

A estos estudios y á sus consecuencias está inexorablemente ligada la industria de la elaboración y esplotación del hierro que con tan patriótico tesón se persigue, porque, si los indicios favorables que hacen esperar la probabilidad de existir completa en Chile la formación carbonífera que en sus periodos más modernos se exhibe en nuestras costas del sur, se pasará á descubrir que tenemos la continuidad de la série hasta el período más antiguo, solo entonces podría contarse con la planteación económica y fecunda de esa grande industria en el pais.

No ha llegado tampoco para estas atendibles aspiraciones á al fortuna pública, la ocasión de ser tomadas en cuenta, y sería de desear para cuando ello suoeda, que se medite bien y se consulten á quienes deben saberlo, acerca de los medios más adecuados para llevarlas á buen fin.

"El Códiga de Minería autoriza al Presidente de la República para organizar el Cuerpo de Ingenieros de Minas."

¿Por qué no se cumple con esta disposición?

La necesidad de crear un personal de ingenieros para el fomento y servicio del ramo de menería fué reconocido por el gobierno de Chile desde el año de 1854, en cuya fecha se promulgó un decreto de organización de ese servicio, el mismo que ha quedado sin efecto hasta el presente.

Todas las naciones han reconocido la necesidad de atender al fomento y facilidades de desarrollos para la industria minera.

En Estados Unidos hay un verdadero regimiento de ingenieros encargados del trabajo geográfico y minero de ese extenso territorio; España lo tiene también numerosísimo; en Alemania, la minería es ramo de industria oficial, que se mantiene y se cuida con solicitud y favores excepcionales, y hasta en el Perú y República Argentina hay servicios que no tenemos en Chile. Indudablemente, los gastos de un numeroso cuerpo de ingenieros de minas serían de alguna consideración, pero la adjudicación de algunos de ellos á la Sección de Minas y Geografía, no exigiria más desembolso que el ordinario en el servicio de tantas y frecuentes atenciones como las que diariamente se prodigan á los demás trabajos públicos.

## Geolojía.

Ramo de las ciencias naturales tan intimamente ligado al interés minero, por su naturaleza, y á la geografía por sus necesidades, ha sido atendido en las exploraciones del Desierto y cordilleras de Atacama con todo el cuidado que el tiempo y los recursos permitian.

Las dificultades que inexorable y permanentemente mantienen estancados y en olvido estos frutos de una labor penosa y egercida con teson y constancia hasta aglomerar cuantiosos materiales y datos de observación, han pesado mas aun sobre este ramo tan interesante y de suprema importancia, que sobre los otros del programa de estudios en el desierto.

La recolección de veinte mil ejemplares de rocas y mínerales metódicamente arrancados á las montañas desde la costa marítima hasta la última cordillera oriental que nos divide con la Argentina, y desde su base hasta muchas de sus cumbres mas inaxesibles; con mas la colección de los minerales metálicos mas característicos de todas las minas conocidas, su gangas y panisos, las sales no metálicas, etc. etc., constituyen no una mera base sino un conjunto y una realidad para la fundación de un Instituto geolójico de consulta y estudio de nuestro propio suelo.

Estas colecciones que la nación posee y que el país debería estar aprovechando largo tiempo ha, podrian ser distribuidas en una clasificación segun el sistema topográfico, para relacionarla con el mapa geográfico, demostrando así que la honradez científica y el culto de la verdad han presidido mas en su formación que la fantasía y el vuelo de la imaginación, que por desgracia para los objetos útiles y prácticos de esta clase de trabajos, son recursos que los adornan con demasiada frecuencia.

Los colores convencionales que figuren en el mapa para esplicar la composición geológica de los terrenos y sus diversos caracteres minerales, serian fielmente comprobados y comprendidos, con la mera inspección de los respectivos ejemplares de rocas y minerales que los representan en las colecciones.

Esponer las razones que han condenado á estos importantes materiales á permanecer ocultos y sin estudio, sería repetir otra vez que por haber carecido de personal, de recursos, de local y hasta de las mas triviales necesidades, durante tres años consecutivos de solicitud y exhortaciones para conseguirlas.

No obstante, con el trascurso del tiempo algo se ha avanzado en la laminacion de las rocas para el estudio microscópico, único medio de clasificación admisible en el día, y en análisis de algunos minerales, rocas y materias salinas.

## Metalúrgia

En el interés de dar la mayor amplitud y desarrollo posible al estudio de este ramo de las industrias mineras, base fundamental de sus resultados económicos, se ha emprendido y terminado ya totalmente la investigación y copia de todo el archivo de privilegios exclusivos que desde el año 1840 se han aglomerado y caducado en el Museo Nacional, donde estaban condenados á yacer en profundo olvido.

Interesantísima historia de los progresos y de la actividad industrial que ha reinado en el norte del país, especialmente en Copiapó, durante la época de su opulencia, es la que se ha obtenido con este laborioso trabajo, útil como historia y como fuente de estudio.

Unidos estos materiales á los del estudio de la metalúrgia en su estado actual, constituye el todo un volúmen nutrido de literatura industrial y científica, con numerosas ilustraciones de máquinas y vistas diversas. Todas estas están ya dibujadas en definitivo y listas para ser litografiadas cuando los recursos lo permitan.

## Privilegios exclusivos

Se han estudiado y devuelto informados todos los que, sobre materias compatibles con las especialidades de esta sección ha confiado á su exámen la dirección general. Al efecto se lleva un rejistro donde se anotan las circunstancias que exige la ley y en el cual se insertan tambien todos los demás privilegios acordados por el supremo gobierno, sellando el título correspondiente con el timbre de la oficina y firma del jefe.

La antigua ley de 1840, que no ha sido derogada sino en su artículo 8.º, por ley de 25 de Julio de 1872, para suprimir el privilegio exclusivo á los inventos hechos en el extrangero que se pretende plantear en el país, contiene disposiciones incompatibles con las circunstancias industriales de los tiempos modernos.

Difícil es en muchos casos juzgar si hay ó no invento, si las modificaciones introducidas en el aparato ó las variantes aplicadas á un procedimiento constituyen mérito para un privilegio dentro de los términos de la ley; y menos está preparado el informante para resolver si las solicitudes que despacha van á perjudicar ó destruir derechos antelados de tercero.

Esto sucederá mientras no exista una oficina ó un empleado á lo menos especialmente contraido al estudio de esta materia y solo así se conseguiría tambien el objeto más importante que persigue la ley, cual es el del aprovechamiento y aplicación de las invenciones cuando estas hayan cumplido su término de privilegio ó cuando por otras causas quede éste sin efecto.

Cuando el inventor ó el industrial fracasan en sus gestiones para plantear su industria, por falta de capital ó por cualquier otro motivo y no se cumple con la obligación de establecer el procedimiento

dentro del plazo estipulado, entónces el privilegio duerme indefinidamente y el público no ha tenido la oportunidad de conocerlo, y aprovecharlo.

La oficina, en este caso, se encargaría de dar publicidad á toda invención ó mejora que, por caducidad del término ó por falta de cumplimiento de los requisitos de la ley, hubiere caido en el caso de parar á ser propiedad del dominio público.

**Conclusión.**

En resúmen, queda otra vez mas establecido que, en el año trascurrido hasta esta fecha, los trabajos del Desierto y Cordilleras de Atacama continuan verificándose lenta y penosamente en la medida de los recursos y medios de que dispone la oficina, y que, en cuanto á los numerosos materiales preparados y prontos para ser dados á luz, estos continuan estancados esperando que una ocasión propicia los entregue al uso público á que estan destinados.

Una edición del mapa general, en lo puramente geográfico, ya en la mayor escala ó en las reducidas que se prefieran, estaría listo para darse al grabado ó á la litografía, pero el mapa geolójico y minero, que es tan necesario y urjente entregar á la mas amplia publicidad, tendrá que demorar fatalmente el tiempo indispensable á lo menos para avanzar lo bastante en el estudio de las colecciones geológicas.

La naturaleza del terreno ó formación de nuestro suelo, aparte de las muy características que pertenecen al lias, no son de fácil clasificación por carecer del testimonio irrecusable de los restos orgánicos que sirven de único guia en la sucesión de las edades de la creación.

En cambio, hay caracteres petrográficos y mineralójicos que establecen diferencias notables susceptibles de ser agrupados en una clasificación especial y convencional, pero esto mismo, para ser bien fundado, debe tener por base el estudio de los materiales reunidos expresamente con tal objeto.

Para el simple uso minero, de cateos ó especulaciones industriales podría darse una carta especial, indudablemente, pero esto tambien, como todo lo demas, exige los medios de hacerse y el tiempo necesario para darlo á luz.

En el órden de ideas para llegar á realizar el plan de un servicio geográfico, minero é industrial, dando por probable que los legisladores y gobierno del pais no crean prudente emprender de lleno y con vigor esos servicios en todas sus ramificaciones, juzgo que bastaría dotar á la sección encargada de ellos, como dejo ya espuesto, de cierto número de ingenieros de minas y geógrafos, á lo menos ocho en número, y á mas dos ó tres especialistas en ciertos ramos, dibujantes, etc. y la asignación necesaria para viáticos y gastos.

Los trabajos de Atacama, de la estensión que ya se ha dicho, con un personal que, en término medio, ha sido de solo tres ingenieros, con recursos insignificantes y con tiempo hábil que no ha exedido de tres años, nos han dado la esperiencia bien probada y adquirida de cuanto es posible hacer en servicio público mediante el mero estímulo del interés científico, de la propia satisfacción y de la conciencia de los altos y benéficos fines de la misión del ingeniero.

FRANCISCO J. SAN ROMAN.

# ANEXOS

## AL CAPÍTULO «CONTADURIA DE LA REDACCION»

ESTADO QUE MANIFIESTA EL TOTAL DE LOS FONDOS INVERTIDOS POR ESTA OFICINA EN CADA UNA DE LAS CUENTAS QUE Á CONTINUACIÓN SE EXPRESAN, DURANTE EL AÑO 1889.

| | | |
|---|---|---|
| Ferrocarril de Chañaral á Pueblo Hundido..... | $ | 500.00 |
| Id. de Huasco á Freirina y Chañaral..... | | 73,079.63 |
| Id. de Ovalle á San Marcos..... | | 42,315.32 |
| Id. de Vilos á Illapel y Salamanca..... | | 85,759.70 |
| In. de Calera á Ligua y Cabildo..... | | 185,986.52 |
| Id. de San Felipe á Putaendo..... | | 1,000.00 |
| Id. de Santiago á Melipilla..... | | 60,300.06 |
| Id. de Cintura en Santiago..... | | 1,000.00 |
| Id. de Pelequén á Peumo..... | | 54,494.63 |
| Id. de Palmilla á Alcones..... | | 42,126.64 |
| Id. de Talca á Constitución..... | | 237,995.23 |
| Id. de Chillán á Las Termas..... | | 1,000.00 |
| Id. de Coihue á Mulchén..... | | 34,474.58 |
| Id. de Victoria á Valdivia y Osorno..... | | 478,371.58 |
| Materiales de Ferrocarriles..... | | 13,000.00 |
| Escuela de Los Andes..... | | 23,822.76 |
| " de Petorca..... | | 24,576.25 |
| " Núm. 1 de Valparaíso..... | | 31,156.17 |
| " Naval..... | | 26,163.98 |
| " Núm. 1 de Viña del Mar..... | | 38,909.64 |

[illegible]

[illegible]

[illegible]

| | |
|---|---|
| " Núm. 2 de Viña del Mar | 20,9683.4 |
| " de San Francisco de Limache | 56,630.73 |
| " " Quillota | 54,028.45 |
| " " La Ligua | 18,172.05 |
| " " Chincolco | 24,783.62 |
| " " Núm. 1 de Santiago | 87,552.22 |
| " " Núm. 2 de Santiago | 11,458.95 |
| " " Núm. 3 de Santiago | 10,595.25 |
| " " Núm. 4 de Santiago | 28,160.92 |
| " " Núm. 5 de Santiago | 15,585.25 |
| " " Núm. 6 de Santiago | 15,409.50 |
| " " Núm. 7 de Santiago | 15,138.72 |
| Escuela de Artes y Oficios | 94,050.43 |
| Escuela Militar | 153,031.94 |
| " de San Bernardo | 44,345.10 |
| " " Buin | 18,432.89 |
| " " Melipilla | 2,452.00 |
| Escuela Médica | 62,644.04 |
| Escuela Normal de Preceptores | 105,689.46 |
| Escuela de Rancagua | 19,361.90 |
| " " Rengo | 20,274.96 |
| " " San Fernando | 20,253.23 |
| " " Curicó | 15,954.83 |
| " " Molina | 1,524.99 |
| " " Peumo | 5,311.68 |
| " " Talca | 28,952.37 |
| Escuela Agrícola de Talca | 124.00 |
| Escuela de Constitución | 4,425.25 |
| " " San Javier | 39,474.38 |
| " " Linares | 2,642.99 |
| " " Parral | 25,886.26 |
| " " Quirihue | 27,137.10 |
| " " Cauquenes | 31,706.74 |
| " Núm. 1 de Chillán | 13,572.51 |
| " Núm. 2 de Chillán | 14,343.22 |

| | |
|---|---|
| " de Bulnes | 13,801.42 |
| " " Yungay | 13,341.30 |
| " " San Carlos | 8,301.84 |
| Escuela Normal de Preceptores de Concepción | 26,314.66 |
| Escuela de Yumbel | 14,297.76 |
| " " Florida | 4,728.00 |
| " " Tomé | 14,788.96 |
| " " Nacimiento | 6,666.69 |
| " " Arauco | 1,000.00 |
| " " Angol | 21,593.41 |
| " " Collipulli | 12,785.32 |
| " " Traiguén | 8,729.96 |
| " " Ercilla | 4,886.24 |
| " " Victoria | 8,490.16 |
| " " Temuco | 4,676.94 |
| Inspección de Instrucción Primaria | 46,562.71 |
| Internado de Santiago | 340,459.08 |
| Cárcel de Los Andes | 22,743.85 |
| " " Santiago | 124,476.91 |
| " " San Bernando | 20,331.43 |
| " " Buin | 21,862.72 |
| " " Rengo | 10,259.70 |
| " " San Fernando | 18,911.89 |
| " " Molina | 15,328.31 |
| " " Linares | 2,297.90 |
| " " Parral | 8,860.00 |
| " " San Javier | 15,909.26 |
| " " Cauquenes | 93,658.33 |
| " " Bulnes | 6,695.00 |
| " " Tomé | 4,630.27 |
| Cárcel y presidio de Los Angeles | 43,967.85 |
| Cárcel de Coronel | 16,405.97 |
| " " Temuco | 4,839.66 |
| " " Collipull | 3,400.00 |
| Penitenciaria de Talca | 5,204.83 |

| | |
|---|---|
| Liceo de Niñas de Valparaíso | 169,531.29 |
| Liceo de Rancagua | 2,757.96 |
| " " San Fernando | 37,605.02 |
| " " Los Ángeles | 1,500.00 |
| Edificio del Consejo de Enseñanza Técnica | 32,363.40 |
| " " Congreso Nacional | 28,811.56 |
| " de la Gobernación de Rengo | 5,958.00 |
| " de la Tesorería Fiscal de Curicó | 2,027.79 |
| Intendencia de Rancagua | 1,189.04 |
| " " Curicó | 19,368.15 |
| " " Talca | 16,171.10 |
| " " Linares | 8,603.66 |
| Gobernación de Los Andes | 52,611.80 |
| Palacio de la Exposición | 10,235.75 |
| Plazuela del Congreso | 60,000.00 |
| Imprenta Nacional | 1,800.00 |
| Biblioteca del Instituto Nacional | 23,019.19 |
| Quinta Normal de Santiago | 4,488.36 |
| Galpón de depósitos fiscal | 32,511.51 |
| Ministerio de Obras Públicas | 530.12 |
| Instituto Pedagójico | 5,081.17 |
| Nueva entrada á la Quinta Normal | 4,838.50 |
| Almacén fiscal | 500.00 |
| Mensuras de caminos | 4,219.14 |
| Instrumentos y útiles | 5,421.50 |
| Sueldos de empleados | 235,461.86 |
| Viáticos de empleados | 35,668.02 |
| Útiles del departamento foto-litográfico | 2,808.84 |
| Oficina de la Dirección de Obras Públicas | 20,208.88 |
| Reparaciones de caminos | 43,203.86 |
| Reparaciones y construcciones de puentes | 163,217.16 |
| Agua potable | 2,361.65 |
| Sueldos de Inspectores de caminos | 42,133.20 |
| Hospital de La Ligua | 210.00 |
| Hospital de San Vicente de Paul | 109,424.96 |

| | |
|---|---|
| Casa central de Caridad | 3,000.00 |
| Muelle y defensas de Iquique | 1,265.00 |
| Dique-dársena de Valparaíso | 500.00 |
| Sondajes en la rada de Llico | 500.00 |
| Dique de Talcahuano | 751,398.21 |
| Canalización del Mapocho | 1.117,063.50 |
| Malecón de Valparaíso | 467,913.46 |
| Faro de Playa Ancha | 6,971.31 |
| Faro de Curaumilla | 4,876.08 |
| Puente carretero del Maule | 130,539.70 |
| " " del Ñuble | 150.00 |
| Casa de correos y telégrafos de Concepción | 16,000.00 |
| Casa del Administrador de la Aduana de Coquimbo | 582.09 |
| Casa del Director del Liceo de Valparaíso | 2,250.00 |
| Bolsa Comercial de Valparaíso | 90,761.49 |
| Comisión Exploradora del Desierto de Atacama | 13,845.58 |
| Galpón de la Aduana de Iquique | 6,000,00 |
| Suma total | $ 7.356,791.27 |

Contaduría de la Dirección General de Obras Públicas.

Santiago, 15 de Enero de 1890.

*Santiago S. Zaldívar.*

V.º B.º—JUSTINIANO SOTOMAYOR.

RCN.º 1

E OBAS

s qie espresan,

| | | | |
|---|---|---|---|
| | O | N | NÚMERO |

CUADRO NÚM 2.—1889

# INGENIEROS DE PROVINCIA

| PROVINCIAS | INGENIEROS | CATEGORÍA | NOMBRAMIENTOS | RESIDENCIAS | SUELDOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Tacna | Francisco D. Gallo | Segunda | Octubre 19 de 1888 | Iquique | $ 3,600 |
| Tarapacá | | Primera | Febrero 12 de 1889 | | |
| Antofagasta | Erimaro Saez P. | Segunda | Septiembre 24 de 1889 | Antofagasta | |
| Atacama | Francisco J. Zelaya | Militar | Abril 24 de 1889 | Copiapó | ,, 2,400 |
| Coquimbo | Arturo Cortés | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Serena | ,, 1,000 |
| | | Primera | Enero 21 de 1890 | | |
| Aconcagua | Vicente Muñoz Z. | Segunda | Mayo 7 de 1888 | San Felipe | ,, 3,600 |
| Valparaíso | Daniel Soffia | Segunda | Mayo 22 de 1889 | Valparaíso | ,, 2,400 |
| Santiago | Abelardo Pizarro | Primera | Noviembre 19 de 1889 | Santiago | ,, 2,400 |
| O'Higgins | Diego A. Lira | Segunda | Septiembre 19 de 1888 | Rancagua | ,, 3,600 |
| Colchagua | Abelardo Donoso | Segunda | Marzo 24 de 1888 | San Fernando | ,, 2,400 |
| Curicó | J. Ignacio 2.º Garcés | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Curicó | ,, 2,400 |
| Talca | Guillermo Lira E. (1) | Segunda | Noviembre 14 de 1888 | Talca | ,, 2,400 |
| | Ernesto Lemmler | Segunda | Agosto 22 de 1889 | Talca | ,, 2,400 |
| Maule | Daniel Baeza | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Cauquenes | ,, 2,400 |
| Linares | Fransisco J. Fierro | Militar | Abril 10 de 1889 | Linares | ,, 2,400 |
| Ñuble | Bernabé V. Castillo | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Chillán | ,, 1,200 |
| Concepción | José Antonio Zúñiga | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Concepción | ,, 2,400 |
| Bio-Bio | Manuel Romero H. | Militar | Febrero 11 de 1889 | Ángeles | ,, 2,400 |
| Arauco | Carlos A. Prieto | Ingeniero de colonizacion | Junio 4 de 1889 | Lebu | ,, 1,000 |
| Malleco | Javier O. Arrieta | Segunda | Marzo 24 de 1888 | Angol | ,, 3,600 |
| | | Primera | Febrero 12 de 1889 | | |
| Cautín | Amadeo Vergara | Militar | Febrero 11 de 1889 | Temuco | ,, 1,000 |
| Valdivia | Juan Manuel Paz | Segunda | Junio 30 de 1888 | Valdivia | ,, 2,400 |
| Llanquihue | José Majen Cabrera (2) | Segunda | Mayo 7 de 1888 | Puerto Montt | ,, 2,400 |
| Chiloé | Víctor Bordalí | Segunda | Octubre 30 de 1889 | | ,, 2,400 |

(1) Este Ingeniero pasó á prestar sus servicios á la Dirección el 1.º de Septiembre de 1889.
(2) Murió en Octubre de 1889.

# ÍNDICE

**De las materias contenidas en el 1.er tomo de la Revista de la Dirección de Obras Públicas**


| Autores | | | Páginas |
|---|---|---|---|
| FRANCISCO J. SAN ROMAN. | | *El mapa geográfico del desierto y cordilleras de Atacama*..... | 1 |
| " | " | Objeto y naturaleza del trabajo.... | 11 |
| " | " | Medición de la *base* de partida.... | 13 |
| " | " | Método de triangulación adoptado. | 15 |
| " | " | Los instrumentos usados..... | 18 |
| " | " | Cálculo de los triángulos..... | 20 |
| " | " | Observaciones astronómicas..... | 24 |
| " | " | Otras posiciones geográficas..... | 42 |
| " | " | Cálculo de las coordenadas geográficas..... | 46 |
| " | " | Detalles topográficos..... | 51 |
| " | " | Rejistro general de la triangulación. | 52 |
| " | " | Alturas sobre el nivel del mar..... | 56 |
| " | " | Declinaciones i azimutes magnéticos..... ..... | 83 |
| " | " | Enlace del mapa del desierto con la carta general de la República... | 94 |
| " | " | Trazado del mapa..... | 97 |
| " | " | Contornos geológicos..... | 99 |
| " | " | Sistemas orográficos..... | 103 |
| C. DONOSO GRILLE. | | Precios corrientes de materiales en toda la república..... | 111 |

Autores Páginas

J. F. San Roman. *El desierto y cordilleras de Atacama.— Hidroscopia:* ..... 119

" " Condiciones geológicas y topográficas del desierto con relación á las aguas subterráneas ..... 131

E. Lemaitre. *Algunas palabras sobre los yacimientos carboníferos de Chile* ..... 142

" " Consideraciones generales ..... 143

" " Algunas palabras bajo el punto de vista geológico ..... 145

" " Ensayos y usos industriales ..... 151

" " Estensión, importancia y duración probable de los yacimientos reconocidos hasta ahora ..... 154

" " Conclusiones ..... 156

V. Guzmán. Proyecto de un puente sobre el río Coquimbo en la Serena ..... 158

Valeriano Guzmán. Puente de Limache ..... 163

C. Donoso Grille. Tamaño de las celdas de Cárcel ..... 168

Federico Thumm. Edificio para una escuela de niñas en Valparaiso (calle del Retamo esquina Independencia) ..... 171

C. Donoso Grille. Precios corrientes de materiales en toda la república (continuación) ..... 178

F. J. San Román. *El desierto y cordilleras de Atacama:* Las aguadas en el desierto (continuación) ..... 185

Santiago Muñoz C. Proyectos de ferrocariles trasandinos en la provincia de Atacama ..... 211

Abelardo Pizarro. Estudio de las salitreras y borateras de Maricunga ..... 218

M. Dutillieux, Informe sobre el puente del Bio-Bio ..... 228

V. Guzmán. Puente sobre el estero de Huinico ..... 237

V. Guzmán. Estudio de un puente sobre el rio Huasco en Vallenar ..... 241

Autores — Páginas

J. A. CABRERA G. Proyecto del puente de las Vizcachas sobre el río Aconcagua, en el camino de los Andes á Mendoza..... 246

C. DONOSO GRILLE. Precios corrientes de los materiales en toda la república (continuación).. 251

JUSTINIANO SOTOMAYOR. *Memoria que el Director General de Obras Públicas presenta al señor Ministro de Industria y Obras Públicas:*..... 253

" " Ferrocarriles contratados con la N. S. A. C. C..... 262

" " Ferrocarriles que se ejecutan por administración..... 267

" " Ferrocarriles en estudio..... 271

" " Líneas en estudio..... 272

" " *Hidráulica.* Memoria del jefe de la 2.ª Sección, señor Rafael Pottier. 273

" " Memoria del jefe de la canalización del Mapocho, señor J. L. Coo.. 279

" " Dique de Talcahuano..... 289

" " Provisión de agua potable. Memoria del señor Pottier..... 291

" " Estudio sobre las Obras fiscales de Valparaíso, del señor Pottier.... 302

" " *Puentes.* Memoria del sub-jefe, señor V. Guzman..... 316

" " *Caminos.* Memoria del sub-jefe, señor M. J. Fernandez..... 335

" " *Arquitectura.* Memoria del jefe de la 3.ª sección, señor A. Llona... 395

" " *Geografía y Minas.* Memoria del jefe de la 4.ª Sección, señor F. J. San Roman..... 443

" " Varios anexos á la memoria del señor Director General..... 459

# REVISTA

DE LA

# DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

AÑO I SANTIAGO, NOVIEMBRE DE 1890 NÚM. 5

# REVISTA

DE LA

# DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS DE CHILE

MEMORIAS É INFORMES SOBRE

CONSTRUCCIONES CIVILES, FERROCARRILES, ARQUITECTURA
MINAS, INDUSTRIA Y GEOGRAFÍA

ENCARGADO DE LA REDACCIÓN

FRANCISCO J. SAN ROMÁN

JEFE DE LA SECCIÓN DE MINAS, INDUSTRIA Y GEOGRAFÍA

## TOMO II

SANTIAGO DE CHILE
IMPRENTA GUTENBERG
38—CALLE DEL ESTADO—38

1890

# LA REDACCIÓN

1.—El Desierto y Cordillera de Atacama, por Francisco J. San Román.—Continuamos con la descripción hidrológica de los territorios estudiados, comprendiendo ahora las regiones de la altiplanicie, las aguas minerales y el catálogo general de todas las aguadas que se contienen dentro del territorio abrazado por las esploraciones.

2.—Fundaciones de edificios, por Cárlos Donoso Grille.—El autor se propone generalizar, en una exposición analítica y sintética, los procedimientos que en la sección de Arquitectura se usan para la fundación de edificios, llenando con ello omisiones que generalmente se cometen en la apreciación de tan importante elemento de toda construcción.

3.—La lengua cunza, de los naturales de Atacama, por Francisco J. San Román. Durante las exploraciones mineras y geográficas de las Cordilleras de Atacama, el autor tuvo ocasión de contraerse al útil propósito de salvar para la filologia americana, los últimos restos de una lengua apenas vagamente conocida por la relación de algunos ilustres viajeros que no pudieron adquirir mas que algunos pocas voces aisladas y noticias muy incompletas.

Cediendo á instancias de distinguidas personas de Chile y del extranjero aficionados á estudios filolójicos que deseaban aprovechar este pequeño trabajo, y siendo por otra parte, nada mas que uno de tantos otros artículos sueltos de una obra que abraza todas las materias correspondientes á nuestra sección de Minas y Geografía, que algun día verá la luz pública, creemos que al darle cabida en esta «Revista» no introduce una escepción á las materias de su objeto.

4.—Lista de precios corrientes, por C. Donoso Grille.

# EL DESIERTO I CORDILLERAS DE ATACAMA

(Continuación)

## 4.—AGUADAS DE LA ALTIPLANICIE ANDINA

El orígen directamente meteórico de las aguas que se desprenden desde las cumbres recorriendo un suelo de rocas que no suministran materias solubles, esplica por si sólo la circunstancia de ser puras y límpidas las de corrientes que se desprenden por los flancos de las montañas rocallosas de los Andes.

También hay aguas igualmente puras que abundan en la altiplanicie atacameña en forma de fuentes ó manantiales, pero es más general en éstas el carácter de termalidad y naturaleza mineral. Las aguas estancadas, en pantanos ó lagunas sin desagüe, que ocupan á veces grande extensión superficial y siempre muy poca profundidad, son salobres y amargas, hecho que se esplica naturalmente por la acumulación secular de las sales que, aún cuando en pequeña proporción, siempre llevan en disolución los ríos; siendo en este caso aquellas cuencas cerradas, verdaderas calderas de perpetua evaporación cuyo contenido líquido ha sido un activo loboratorio de reacciones químicas y acciones físicas, formándose así los últimos sedimentos salinos que la industria moderna aprovecha.

Más que en la región central del desierto y en su litoral marítimo, es difícil en la altiplanicie definir y sospechar las variadas formas de la distribución subterránea de las aguas y las evoluciones de sus movimientos en las profundidades, quedando por lo tanto en mayor oscuridad, todavía uno de los problemas más interesantes de la investigación geológica, aún cuando los principios fundamentales á

que obedecen las aguas que se infiltran en el terreno permanecen los mismos.

Al lado de una fuente termal surge otra en condiciones de temperatura ordinaria; á continuación de una vertiente de agua potable brotan manantiales salinos y gaseosos; se escapan tumultuosas las aguas ó vierten tranquilas; manan con la regularidad de surtidores inagotables ó se arrojan intermitentes a la atmósfera en columnas líquidas ó de vapor, permaneciendo en tan variados casos unas mismas las condiciones exteriores del suelo en que se producen los fenómenos, y uno mismo para todos ellos el aspecto de la comarca que los rodea.

Ciertas aguas manan calientes donde ninguna circunstancia visible las relaciona con los volcanes, y al contrario, surgen subterráneas y frías de donde parece que el fuego inmediato deberia arrojarlas hirviendo.

Aguas de nieve que se infiltran en la corteza helada de cumbres que irradian el calor terrestre á 5 y 6,000 metros de altura sobre el nivel del mar, brotan más abajo calientes y vaporosas, como si en un desenso subterráneo de 1 á 2,000 metros recorriendo hasta su base hubiera intervenido la sola ley del crecimiento de temperatura con la profundidad como única y exclusiva causa para producir el sorprendente fenómeno.

Y en aparente contradición con hechos tan visibles vense surgir heladas las aguas sobre los flancos de montañas que arden en su cima, como si la infiltración de las condensaciones que la atmósfera entrega al suelo permeable, ninguna conexión tuviera con las entrañas candentes del cono volcánico.

De estos casos típicos y estremos resultan variedades y términos medios que dan lugar á numerosas fuentes, vertientes ó aguadas con los caractéres de potables ó semipotables, tranquilas ó en agitación tumultuosa, dulces ó salobres, etc., correspondiendo estas diversas condiciones de existencia á la clasificación natural que agrupa las aguas subterráneas, según su manera de salir á la superficie, en manantiales de agua dulce, vertientes minerales termales y gerysers.

Pero estos últimos en sus afinidades con los volcanes, son una transición entre estos y aquellas, siendo muy comunes en la altiplanicie andina, tales como en la gran cuenca termal de Copacoya, los

volcanes de agua y barro en las faldas de Tatio y las fumarolas en actividad por esas mismas inmediaciones, que son ejemplos muy bien definidos.

La configuración topográfica de aquellas altas mesetas y la estensa superficie que abrazan algunas cuencas, dan la idea de considerables porciones de aguas filtradas que se almacenan subterráneamente para dar lugar á tantas perennes y abundantes fuentes de toda especie aún cuando todas obedezcan en su origen al mismo principio hidróstático.

Esta idea de abundancia es sin embargo relativa, debiéndose tener en cuenta las condiciones meteorológicas y orográficas de la región á que hacemos referencia, ya conocidas como pertenecientes á las que determinan sequedad en la atmósfera y ausencia de vapor acuoso en los vientos reinantes.

Estos vientos, que durante el día soplan de entre los cuadrantes del SO. al NO.; siendo por lo tanto marítimo, pasan con sus vapores acuosos por sobre la superficie caliente del árido suelo del desierto, y al llegar de cordillera en cordillera hasta las más altas cumbres andinas, no tanto en razón del frío resultante de la elevación alcanzada sobre el nivel del mar, sino del frío desarrollado por la dilatación al chocar sobre los flancos de las montañas y ascender rápidamente hacia tales alturas, condensan sus vapores en la forma magestuosa de esas acumulaciones en gigantescos copos esféricos de nítida blancura, tan característicos de las cordilleras del norte en las horas del ocaso.

En la estación de invierno, el mismo fenómeno toma mayor estensión y se prolonga por más tiempo agregándose á la anterior causa de subsistencia muy frecuente en ese tiempo de los helados cirros en las altas regiones de la atmósfera, dando entonces lugar á la nieve como en verano al granizo.

Concurren los vientos del E. y SE. á la producción del mismo fenómeno acumulando más nubes, nieve ó granizo en las alturas, y descendiendo después en densa y helada masa de aire con movimiento hacia el O, dando lugar al invariable terral, que á su turno encuentra vapores que condensar en las regiones bajas del desierto central y costa marítima, produciendo las características nieblas ó *camanchaca*

de cuyo papel en la formación de las vertientes hemos ya tratado al referirnos á la región del desierto central.

El curso de las montañas, que necesariamente determina las leyes que rigen en tales fenómenos meteóricos, reproduce aquellos hechos ó los modifica, sucediendo así que en los cordones de la altiplanicie paralelos á los Andes se repiten sucesiva ó simultáneamente de cordillera en cordillera verificándose las condensaciones sobre la falda que mira el viento, y se resuelven en diferentes direcciones cuando una orientación paralela ú oblícua les ofrece indistintamente una ú otra superficie condensadora, ménos apta para el enfriamiento del vapor por cuanto no eleva, como los obstáculos transversales, á alturas mayores y de mayor enrarecimiento atmosférico.

Por eso las vertientes de cadenas montañosas que miran al mar ó al oeste, abundan más en humedades y manantiales y si la estratigrafía y accidentes jeológicos del terreno no intervinieran para desviar ó modificar la circulación interior de las aguas el hecho sería aun mucho más resaltante.

La orografía de la región marítima del desierto atacameño desde el valle del Huasco hasta el del Loa, debe por lo tanto influir en la climatología de las altas cordilleras que median entre aquellas mismas latitudes, estableciendo diferencias en la intensidad, en la época de producción y hasta en la naturaleza de los meteoros acuosos.

Aunque vamos á tratar en especial de la hidrología y aguadas de la altiplanicie andina, habiendo ya hecho someras consideraciones sobre tales materias respecto de la región marítima y del desierto central, su breve y general reconsideración se hace necesaria aquí por cuanto en las alturas de los Andes los fenómenos acuosos no son sino el resultado de las causas cuyo orígen procede de los océanos que por ambos costados opuestos bañan las playas de la América del Sur.

Tomando por base de una teoría general aquellos grandes caractéres geográficos que determinan en los continentes las condiciones climatéricas, la primera y fundamental razón de los fenómenos meteorológicos de nuestras mesetas andinas del norte debe buscarse en los obstáculos que los vientos reinantes encuentran en su curso desde ámbos océanos hácia las cumbres de la cordillera de los Andes.

Por el lado del Pacífico se verifica el hecho notorio de que los vientos reinantes del SO. al NO. encuentran franco el paso al interior en la región de costa marítima donde las montañas son bajas ó donde la llanura arenosa y abierta deja aún más expedito el campo á la masa atmosférica húmeda que el mar arroja sobre el continente.

Entre Carrizal Bajo y Caldera, el terreno está en tales condiciones, y las nieblas marítimas son impulsadas hácia el oriente escurriéndose por entre las cañadas y valles, fianqueando las montañas sin ascenderlas hasta sus cimas y cubriendo con su albo sudario las planicies que el observador contempla desde las alturas como misteriosamente invadidas por un agente de los mares en misión benéfica para humedecer el suelo árido y fecundizar la semilla abrazada por las arenas candentes del desierto.

No alcanzan á producir lluvia porque ningún obstáculo abrupto y bastante elevado ha permitido que una expansión rápida produzca el enfriamiento bastante para provocarla.

Igual hecho se verifica en todas las secciones de la costa del mar á donde ésta abre ofreciendo expaciosa entrada ó fácil barrera al paso de las nieblas ó vapores condensados que los vientos elevan en suspensión ó la brisa impele en inmensa ola gaseosa que avanza lenta y silenciosa en su escursión nocturna hasta que el sol la sorprende y disipa en las alturas.

Esto se reproduce sucesivamente después de Caldera, en la ancha abra de Flamenco, en Chañaral, Taltal, la península de Megillones y el Loa.

Al contrario, entre una y otra de éstas aberturas en la costa ó depresión de las montañas que corren orillándola; donde éstas se levantan empinadas excediendo de los mil y más metros de altura como en el Obispo, Paso Malo, aún cuando en éstas localidades la atención longitudinal es muy reducida, pero más notablemente desde el Peralito, de Taltal hasta Antofagasta, la condensación de las nieblas se verifica en la vertiente que mira al mar sin que la presipitación en lluvia sea, sin embargo, completa.

Á la altura de aquellas cumbres se suceden nuevas planicies donde los vapores pasan otra vez sin condensación hasta que una nueva barrera tranversal, no tanto por la altura sobre el mar cuanto por la

abrupta superficie de dilatación que presenta, provoca una nueva condensación ó la deja pasar hasta que invaden la altiplanicie, escalan los Andes y aún continúan cuando los fuertes vientos las impelen hasta las regiones trasandinas.

Por el lado del Atlántico, en sentido inverso, los alisios ó sus variantes del SE., al NE. cruzan las pampas y los bosques pantanosos y calientes del Chaco y chocan contra las barreras del Ambato y el Anconquija, frente á las latitudes australes de nuestra altiplanicie por su extremo sur y su prolongación según la sierra de los Calchaquies, al norte hasta el confin bolíviano.

Allí el expectáculo reviste la grandiosidad del vasto excenario en que se exhibe y acentúa con más pronunciados caractéres lo resaltante de los contrastes.

Basta instalarse en un punto cualquiera de la cresta anticlinal de aquella cordillera rocallosa perteneciente al período de las primitivas formaciones cristalinas del continente, para apreciar de una simple ojeada en contorno el contraste entre la vertiente expuesta á los vientos donde el paraíso tucumano ostenta en un campo verde, sin límites el lujo de una vejetación colosal, y la vertiente opuesta, vuelta al oeste, donde los rayos del sol ardiente hieren la vista reflejándose en campo árido de rocas desnudas sobre un fondo blanco de estériles arenales y salinas.

Así los aires del Atlántico llevados á nuestros Andes y altiplanicies por efecto de la rotación terrestre y de las causas varias que modifican su curso, llegan secas á sus alturas, densas y heladas para producir el terral de las frias noches del desierto atacameño y provocar la más completa condensación de los vapores del mar.

La circunstancia de llegar secos estos vicntos á la cordillera, si bien es la ordinaria, se modifica frecuentemente en verano como en invierno dando lugar á las granizadas y nevazones, cuyos fenómenos produciéndose en un teatro como la altiplanicie, tan vasto y tan bien preparado para sus efectos en razón de la considerable altura absoluta de su base, así como la relativa de los cordones montañosos que la surcan de norte á sur á la manera de otros tantos meridianos terrestres, se resuelven en una cantidad de aguas y de nieves mucho mayor de lo que parece y generalmente se cree en razón de las

ideas de sequedad y desolación que infunden aquellas altas regiones.

Así sucede que los vientos orientales cuando por una ú otra razón llegan húmedos á las alturas andinas, al chocar y confundirse con los del oeste á las horas en que el sol declina y disminuye su emisión calorífica á la vez que la irradiación terrestre aumenta, y disminuyendo tambien con el enfriamiento y la contracción, la capacidad de saturación del aire, las nubes principian á esas horas á hacerse rápidamente visibles; se aumentan, se acumulan en los picos culminantes, ensanchan desmesuradamente su esfera de acción y concluyen por chocarse unos contra otros los inmensos cúmulos estallando en colosal combate de rayos y truenos para resolverse á continuación en ruidosa granizada y concluir después en tranquila lluvia, sólida y silenciosa de la nieve que ha de alimentar los ríos y fecundizar la tierra.

No es este el lugar de desarrollar las teorías meteorológicas y describir las variadas fases de los movimientos atmosféricos y producción de los meteoros acuosos en las regiones de nuestro desierto atacameño, pero era necesario fundar siquiera con los grandes rosgos generales de la física terrestre en las alturas de las mesetas andinas, la observación de que su actual desolación no es solo el resultado de una negación absoluta de los dones benéficos de la naturaleza, sino tambien una consecuencia de la incuria y del despueble en que yacen esos páramos donde el trabajo y la industria tendrían siempre algo que aprovechar y mucho que improvisar.

La altiplanicie atacameña no es una superficie plana como las sábanas ó estepas rusas, ni más ó ménos ondulada como las pampas de Buenos Aires, sino surcada por altos cordones de montañas orientados de norte á sur y ligados éstos entre sí por brazos transversales que interceptan la continuidad de los valles en sentido longitudinal para dividirlos en figuras poligonales que constituyen otras tantas cuencas cuyo centro es el fondo donde se reunen las aguas sobrantes.

Este fondo se encuentra seco y refleja el color rojizo característico del limo arcilloso de la época aluvial ó el blanco nevado de las esflorescencias salinas; ó está ocupado por las aguas formando lagu-

nas casi siempre salobres, lodazales ó pantanos donde se alimentan plantas y aves acuáticas; crece en partes la grama y se desarrolla lozana formando praderas donde pastan innumerables la vicuña y el guanaco, permitiendo tambien al hombre criar los animales del uso doméstico.

Con semejante disposición topográfica, la formación de meteoros acuosos se reproduce por doquiera, pero la considerable altura y los frecuentes vientos que favorecen la evaporación en las condiciones del mayor desarrollo posible de este fenómeno meteorológico no son las únicas causas de la considerable ó casi total desaparición y pérdida de las aguas producidas por las lluvias y nevadas.

La formación geológica y naturaleza de las rocas que constituyen las montañas andinas son circunstancias que propenden tambien ó determinan inexorablemente el agotamiento de las aguas meteóricas por absorción ó infiltración.

Por el límite occidental de la altiplanicie las vertientes de la cordillera Domeyko que miran al Pacífico, constan á grandes trechos entre las latitudes que encierran los límites de la hoya del río de Copiapó, de la formación calcárea guirásica reconocida como de un poder en alto grado absorvente, debido á las quebraduras y profundas grietas características de ese terreno.

Y por el lado de las vertientes orientales del mismo cordón montañoso, dando éstas frente y haciendo parte de una región á donde las condiciones de aridez del suelo y sequedad de la atmósfera son mas pronunciadas, se produce tambien el hecho de una porosidad extremada en la naturaleza de las rocas del subsuelo y de las de acarreo que cubren la superficie de los cerros y planicies.

Territorio surcado además de grietas profundas abiertas por la fuerza de las dislocaciones terrestres y cubierta posterior ó simultáneamente por una innundación colosal de lavas arrojadas por mil volcanes en actividad, sus condiciones de absorción, por la naturaleza porosa de semejante suelo, no podían producirse sino en un alto grado dando libre paso á las aguas hacia las profundidades subterráneas.

Sepultadas á su vez estas formaciones del período de actividad volcánica, tan general y característico de nuestra altiplanicie en toda

su vasta estensión, por los acarreos de la denudación gigantesca que debió de seguirse como resultado de las innundaciones del elemento líquido, nueva formación, permeable por su orígen detrítico como por la naturaleza de sus elementos constitutivos, debió de ofrecer siempre expedito el paso y fácil escurrimiento á las aguas exteriores hasta las profundidades hacia donde las solicitaba la fuerza de gravedad terrestre.

Disminuído ó cesado á su turno el período de actividad neptúnica, la última y contemporánea denudación tranquila y lenta de las arcillas en suspensión depositadas en delgadas pero consistentes y contínuas capas impermeables, ha venido á formar el actual lecho de las someras lagunas ó meros pantanos y lodazales que ocupan el fondo ó región más baja de cada cuenca de las que cubren toda la extensión de la altiplanicie atacameña encerradas inflexiblemente dentro de sus respectivos límites orográficos.

La débil y escasa contribución que la mayor parte de éstas reciben de las alturas inmediatas por licuación de las nieves ó directamente por las lluvias ó nevadas, debe de extinguírse por infiltración totalmente en el trayecto al centro de la cuenca ó llegar hasta allí muy corta porción de su caudal.

Quedan entonces almacenadas en el seno de las montañas, en sus flancos ocultos bajo el aluvión ó en las honduras de los terrenos bajos, cantidades enormes de agua en tales condiciones geológicas y físicas que hacen imposible su alumbramiento espontáneo por los medios naturales.

La gruesa capa de los aluviones permeables, no permite, por su considerable expesor que las aguas interiores la impregnen y humedezcan hasta el punto de abrirse paso hacia la superficie por efecto de la presión hidrostática que las impele desde sus orígenes en las alturas, ni por la fuerza absorvente de la capilaridad que tan importante papel hace en la hidrología subterránea, aumentándose todavia más esas resistencias al alumbramiento de las aguas, con la que opone la costra de sales minerales y concreciones calcáreas que la naturaleza incrustante de algunas aguas ha depositado sobre la superficie del terreno cubriéndolo como de una coraza que solo ciertos líquidos ácidos y corrosivos han podido romper.

Si no hay otra explicación más plausible, sería de creer que el ácido bórico ha producido estos efectos en grande escala reaccionando sobre aquellas concreciones calcáreas para formar los frecuentes y extensos depósitos de borato de calcio que las han reemplazado en casi todas las cuencas conocidas, en algunas total, en otras parcialmente.

Estos casos de surgimiento de las aguas subterráneas revisten las formas variadas y á veces excepcionales de las termas minerales tranquilas, en ebullición tumultuosa ó bajo de la poderosa acción de los vapores comprimidos, pero sin apartarse de los caractéres comunes á esta clase de fenómenos no importan más que un detalle en la demostración real de la existencia de aguas subterráneas en el seno de las cordilleras y fondo de las cuencas de la altiplanicie.

Á este respecto, la cantidad de aguas almacenadas subterráneamente en las cordilleras debe ser tanto más enorme cuanto ménos lo parece por la aridez del paisage, la sequedad del clima y la ausencia de lagos profundos y ríos caudalosos, pero lo confirma la efectividad de frecuentes y abundantes granizadas y temporales de nieve, á la vez que una configuración topográfica y composición del suelo que determinan una rápida infiltración ántes que la evaporación, favorecida tambien por condiciones que la provocan activamente, haya podido arrebatar sus humedades al sediento suelo.

El hecho meteorológico que establece, en igualdad de circunstancias, respectos de las aguas lluvias una mayor proporción de ellas para la hidrografía exterior que para la infiltración, al paso que, al contrario, las nieves pagan casi toda su contribución de agua al subsuelo, desde donde el líquido sigue las vias de la hidrografía subterránea, recibe, en las altiplanicies andinas la sanción de una realidad incuestionable.

Y al aseverar este hecho, puede establecerse á la vez como paralelo en el sentido de la falta de aguas externas en las cuencas andinas, el de la evaporación rapidísima que sufren los de ríos y lagunas que corren ó descansan sobre los cauces ó fondos de terreno impermeable.

Que el agua exterior visible en corrientes que se desprenden de las montañas, está siempre en proporción mucho menor que la

correspondiente al total de la contenida en los hidrométeoros que se precipitan sobre una hoya ó cuenca hidrográfica dada, es un principio de hidrología que en la altiplanicies andinas se verifica en un grado excepcionalmente exacto.

Si en la apreciación más aceptable de esa proporción se estima que por término medio una cuenca no arroja en aguas sobrantes que corren por sus ríos más de un veinte por ciento del total de aguas meteóricas recibidas, es probable que en aquellas alturas, y sobre tan poroso y absorvente terreno, el agua que se precipita en ríos y corrientes visibles apenas alcanza á un décimo de la precipitación meteórica.

Las tres distintas formas en que las aguas caídas en las cordilleras de Atacama—infiltración, evaporación y aguas de río—se resuelvan y distribuyen para volver á su primitivo orígen y continuar en el círculo eterno de sus evoluciones, sufran allí las indispensables modificaciones de la naturaleza del suelo y de las condiciones atmosféricas.

Si de los esperimentos de Dalton y otros físicos puede deducirse que no menos de un tercio del producido de los hidrometeoros es absorvido por infiltración en el subsuelo, distribuyéndose el resto entre el tributo y devolución á la atmósfera, y la vuelta al seno común del océano y de los lagos en aguas de río, todavia se puede aplicar en favor del poder absorvente del terreno de nuestra altiplanicie, al exceso que corresponde por la exepcional porosidad del détrito volcánico, la cantidad que se ahorra por absorción de las plantas de que aquel suelo carece por completo.

Es admitido como factor importantísimo en el consumo del agua infiltrada en el terreno, el que corresponde á la nutrición de los vegetales, y su supresión, por ausencia de toda vegetación en las planicies y vertientes de las cordilleras no tomando en cuenta sus esporádicas y reducidas vegas, es un valor de más en abono de la infiltración.

Por otra parte, la circunstancia de que un suelo cubierto de vegetación forestal ó herbácea es un medio de preservación de la humedad contra la evaporación por efecto del calor solar, tiene menos importancia en aquellas altas regiones donde el calor es débil, siendo

mucho más importante, como causa de evaporación, la acción de los vientos.

Pero al mismo tiempo la evaporación sufre también la influencia de agentes y condiciones que dificultan su desarrollo.

El rocio es favorecido por el excesivo enfriamiento de la superficie, y su indispensable condensación, en escarcha deja mayor tributo de aguas al suelo que á la atmósfera, por efecto de la licnación en las primeras horas del día, que se verifica en un medio helado y tranquilo, siendo un hecho constante característico de las cordilleras la calma de la mañana y la intensidad del hielo de la aurora que parece aumentar mas bien que disminuir, á medida que el sol difunde su luz y su calor, sitiéndose como que el suelo lo absorve arrebatándolo al aire ambiente.

Más tarde, avanzando el día hácia el meridiano, las circunstancias cambian y los fenómenos meteorológicos se resuelven en las condiciones correspondiente al estado normal del aire particularmente seco de las mesetas andinas.

En tales condiciones, es sabido, las alternativas estremas de temperatura son un lógico de natural fenómeno.

El calor en el medio día y durante las horas que la preceden y siguen de cerca, eleva á su máximo la temperatura del suelo, y durante la noche, ese mismo calor absorvido es invadido en el espacio y la temperatura desciende á su mínimo, y mientras mayor es la altura y más seco es el aire, tanto mas grande es la diferencia entre el extremo frío y el extremo calor.

Es así mismo muy conocida de los habitantes de abajo, en el desierto central, en Atacama ó en Tarapacá, durante los días en que la atmósfera está seca ó poco impregnada de las humedades del mar, la extremada diferencia que media entre el sofocante calor del día y el intenso frío de la noche.

Entra entonces la naturaleza misma á establecer compensaciones para restablecer el equilibrio de las fuerzas físicas é impide por medio del rocio y la escarcha la inradiación sin contrapeso á los espacios verificándose con mayor energia la fuerza compesadora en las altas regiones, hácia donde se encumbran, solemnes y grandiosas, las moles colosales de nuestros Andes atacameños.

Las modificaciones que pueden sufrir estos hechos, solo los afectan parcialmente, y la realidad de ellos, asi como la verdad de la teoria, á la vez que comprueban la aseveración práctica de que la mayor suma de agua resultante de los hidrometeoros se infiltra en el terreno de las alturas andinas, confirman también en la idea de que los efectos opuestos del calor solar y del calor terrestre, se resuelven en un exeso de temperatura en favor de la tierra por el calor que absorve, comparado con el que exhala.

Si la evaporación es débil en las alturas, en razón de las causas espuestas, en las partes bajas, donde se acumulan y estienden las aguas formando las cuencas de las salinas, lagunas ó pantanos, es abundante y rápida.

El calor, por la configuración topográfica, se reconcentra más; la temperatura del aire ambiente, en contacto con el agua, que sufre menos enfriamiento nocturno, es mayor, y los vientos, que agitan su superficie y arrastran rápidamente los vapores producidos, se agregan á aquellas y otras causas para producir la agotadora evaporación á que estan espuestas las aguas superficiales ó exteriores de las cordilleras.

Repetimos que estos caudales deben de ser una parte muy mínima de la cantidad total del agua caída en forma de hidrometeoro, y aun esta mínima porción, reducida todavía más por una activa evaporación, es lo único que queda como caudal de aguas que pudieran volver á seguir el camino de su primitivo orígen hácia el mar, ó ser aprovechado en el trayecto á los fines y necesidades del hombre.

La región de las altiplanicies, debe entónces de contener en su seno, almacenada el agua en grandes y prodigiosas cantidades.

La enumeración de sus aguadas ó puntos á donde vierte el agua que los viajeros usan ó pueden servir á otros destinos, dará una idea á la distribución de las aguas exteriores, y la haremos á continuación de la que designan las demás, repartidas en todo el resto del desierto atacameño, catalogándolas todas según las agrupaciones correspondientes á la costa marítíma, región central, región de cordillera y altiplanicies qua dejamos ya esplicadas.

Mas adelante la descripción hidrográfica general completará este estudio, y aunque la forma somera y rápida en que este ha podido

ser emprendido, no corresponde á la importancia y trascendencia de este punto interesante de las condiciones del desierto y cordilleras, quedará por lo menos fielmente determinada una base de razonada apreciación y trazados los puntos de partida para la práctica solución de los problemas hidrológicos que algun día pondrán al servicio del hombre los tesoros de fecundidad y de vida que encierran sus incógnitas.

### 5.—Aguas termales y minerales

No se podrán separar en absoluto las aguas termales de las aguas minerales ordinarias.

Desde el momento en que las aguas meteóricas tocan el suelo terrestre, dejan de ser puras y pasan á contener más ó menos proporción de alguna sal mineral.

Á su vez, las aguas termales no tienen tampoco inherente á su naturaleza el carácter de ser minerales en un sentido estricto, siendo muy común que aguas de temperatura próxima á la ebullición no tienen en disolución más materias salinas que lo ordinario en las aguas comunes de pozo ó de vertientes dulces.

Si en estudios que se proponen más directamente fines industriales y de aplicación especial á los intereses de la minería, estarían de más las consideraciones científicas que se apartan de aquel objeto principal, no se aplicaría esta regla perfecta de las aguas minerales, por cuanto el orígen de estas, sus efectos y su composición, tienen una relación demasiado íntima con iguales circunstancias en lo que concierne á los filones metálicos y materias minerales en general, cualquiera que sea la forma de sus criaderos.

La distribución de las aguas termales en el territorio de Atacama, no sigue paralelamente á la que corresponde en el resto de Chile hácia al sur. No por razón de su orígen, sino por cuanto la configuración topográfica del sistema andino asume formas y estructuras que establecen condiciones muy diferentes para la existencia geográfica de las aguas termales.

La cordillera de los Andes ha dejado de ser un cordon único desde cuyas cumbres se dividen en rumbos opuestos las aguas que van

sin intermisión á los respectivos oceanos que bañan ambas costas de nuestra América, para pasar á levantarse sobre más ancha base de encumbrada altura, y distribuirá en varios sistemas que determinan una hidrografía independiente y esclusivamente mediterranea.

En tal diferencia, á 40 y á 60 leguas tierra adentro de la costa marítima, y á 3, 4 y más miles de metros de altura, las cordilleras de Atacama ofrecen fenómenos de actividad hidrotermal que concurren con nuevos datos del mayor interés para la química geológica y la física terrestre.

El más raro á la vez que el más sorprendente y magnífico ejemplo de los efectos á que da lugar la acción combinada del agua y el fuego, es sin duda el de los volcanes de agua del tipo de los famosos de Islandia, que los naturales de la helada, á la vez que ardiente isla, llamaron *geysers*, de *geysa* manar ó surgir.

La ciencia universal ha conservado esta voz en todos los idiomas y la adoptaremos sin modificación para nuestro español, salvo que sea admisible para adaptarla á la pronunciación, decir y escribir *geisir*, *geisires*.

Al paso que los geisires se manifiestan solo en muy determinados puntos del globo, las fuentes termales comunes abundan relativamente.

En la altiplanicie de Atacama las hay por centenares, y en su manera de distribución, en sus caracteres generales, así como en los particulares que las agrupan en ciertas clasificaciones, todas ellas concuerdan, punto por punto, con los fenómenos de igual naturaleza que se producen en el resto del globo terrestre. Por su gran número y por la escala completa de sucesión entre los términos estremos, desde el geyser al volcan, desde la tranquila vertiente fría hasta la fuente termal en perpetua agitación, el geólogo, el físico y el químico tienen allí el más vasto y fecundo campo de estudio.

La clasificación que el ilustre Elie de Beaumont anticipó estableciendo la diferencia entre las fuentes termales de *orígen volcánico* y las simples *termas minerales*, se justifica con evidencia, á pesar de la dificultad de establecer marcadas líneas de separación, y se comprueba con ejemplos que concurren á ilustrar con nuevas luces las

interesantes cuestiones sobre teología minera que tan vivamente interesan á la vez que á las industrias y á la riqueza de las naciones.

En el mismo escenario, en el mismo local y casi en el mismo punto donde se verifica el hecho de una fuente en ebullición que acusa su inmediata relación con el volcan en ignición se ve surgir también la fuente caliente que no ha recibido su calor ni enriquecídose con los minerales que lleva disueltos ó en suspensión, sino mediante la simple ley de aumento gradual de la temperatura en profundidad ó la vecindad del calor irradiado por otros conductos de diverso orígen.

Sea sobre la altiplanicie, sea en la vertiente misma de la cordillera que lo soporta por el oriente, así como en la opuesta que la limita por el oeste, en las caidas del territorio argentino, hay numerosas termominerales ó simplemente termales que no acusan relación inmediata con los volcanes; ya porque la constitución del terreno no la hace sospechar, ya porque los focos de ignición están remotos, ya porque los accidentes orográficos y el aspecto físico general del paisaje que los rodea dentro de un radio bastante dilatado no deja presumir esa relación. Y tan fuerte es la presunción que favorece esta idea de la respectiva independencia de orígen de las aguas calientes en estas dos clases de emanaciones subterráneas, cuanto que en las regiones mistas, por decirlo así, donde ambas se manifiestan á la vez parecen que se complacen en exhibirse juntas con sus peculiaridades características.

Viajando en sentido de E. á O., por sobre el campo de traquitas, lavas y piedra pómez que lleva de Chile á la Argentina por el alto boquete de San Francisco, y dejadas atras las estupendas moles de aglomeraciones volcánicas de aquel territorio acribillado de cráteres pasando al territorio argentino por el portezuelo de San Buenaventura ó de Robledo, el esplorador se encuentra en presencia de uno de esos espectáculos de la naturaleza que más cautivan por el interés científico é impresionan por la belleza y novedad del paisaje.

Allí se puede contemplar la superficie tersa y apacible de aguas en alto grado de temperatura; manando tranquilas del fondo profundo de donde súrjen, en caudal constante por el volúmen, el grado de calor y la composición; depositando en las paredes de sus artísticos

recipientes el precipitado químico que les imprima formas redondeadas, bruñidas y desbordando de ellas en tal manera que parecen llevar el sello de su procedencia en las condiciones tranquilas de su orígen geotérmico.

Otras fuentes ménos características, que pueden ó no tener igual orígen, súrgen también allí al lado y en cierto grado de agitación, con las pulsaciones iguales y acompañadas de uua fuerza que desde abajo pugna perfectamente por salir á la luz del sol.

La íntima relación que entre estas y las geisires parece existir, apareciendo como la transición entre estas y las termas tranquilas, no excluye todavia la probabilidad de su orígen en el simple calor terrestre, sea en razon del grado geotérmico ó de su inmediación á los conductos de procedencia volcánica. Si el geiser no es admisible sino mediante el alto grado de calor en sus aguas, la fuente relativamente fría, aunque en cierto grado de efervesencia, no se esplicaria sino suponiendo diferencias que modificarian la teoria de la producción de aquellos.

Sin poder prescindir de la fuerza con que se imponen aquellos hechos naturales que, como la estrecha relación entre los volcanes y los mares, se reproducen por do quiera sobre la superficie del globo, la razón de otros muchos hechos en contrario, no se impone tampoco con menos energía.

Con la exposición de breves consideraciones meteorológicas y de hechos físicos palpables en la altiplanicie andina, hemos dejado espuesto en otro lugar, que el subsuelo y las profundidades subterráneas de aquellas altas regiones deben ser un receptáculo inmenso de las aguas de orígen meteórico que caen sobre su estensa y helada superficie.

Nada nos compele, por lo tanto, á generalizar el hecho real ó la bien fundada presunción de ser las aguas marinas el agente necesario de las fuerzas interiores del planeta que estallan violentamente en forma de erupciones volcánicas ó se escapan en libre desahogo por entre las válvulas siempre abiertas de las fuentes termales ó geiserianas.

La irresistible tendencia á generalizar teorias que nacen razonablemente y sin obgeción ante ciertos hechos determinados y locales

que las autorizan, ha inducido al eminente geólogo Mr. Lapparent á increpar sobre el general desconocimiento de la geografía de nuestro continente, apenas figurado en una hoja perdida de los atlas de estudio ó de consulta, en la escala microscópica que hace aparecer á nuestros Andes y á su cadena de conos volcánicos como un cordon marítimo que baña sus plantas en las aguas del Pacífico

Pero no solo podemos confirmar al ilustre sabio en su aseveración de que los volcanes andinos no tienen minada su base por las aguas del mar, sino que, á los 100, 200 y 400 kilómetros distante de sus riberas y á los 4,000 y más metros de altura sobre su nivel, se levantan cumbres volcánicas todavía 1,000 y 2,000 metros más arriba que ninguna ni remota conexión pueden tener con las profundidades marinas á traves de un continente donde se suceden, entre estas y aquellas, los más profundos accidentes y descontinuidad de las sucesiones geológicas. Pudiendo también aseverar aquí que el inútil recurso de apelar á la suposición de reacciones químicas suponiendo inmensos depósitos subterráneos de cal viva para engendrar el calor, así como la imaginación de yacimientos carboníferos que arden en las profundidades terrestres, no se sustentaria sino por mera fantasia á la simple vista del escenario geológico en que se desenvuelve nuestros fenómenos.

Los geisirs, al contrario de las termas tranquilas de que veniamos haciendo mención, yacen en aquella misma localidad, en manifiesta contradición con ellas; acusando en la violencia de sus esplosiones, en sus sedimentos impregnados de óxido de hierro, de sulfatos minerales y de piritas; en sus secreciones silíceas aglomeradas en torno del orificio cilíndrico formando conos ó esferoides de superficie áspera y granugienta como cabezas de coliflor, la prueba de una conexión indudable de las aguas que las depositan con los conductos por donde circulan los agentes de la actividad volcánica.

A falta de las inducciones preciosas de análisis químico y de la esperimentación física en los lugares mismos de la manifestación animada de estos fenómenos, aquellos caracteres se unen á otros igualmente reveladores, como los ruídos subterráneos, las fuertes detonaciones y la forma de los materiales arrojados en inmensidad de esferillas y fragmentos redondeados, como avellanas de estructura

radiada en torno de un pequeño grano anguloso de silex, ó trozo de materia pétrea tan pulidos y redondeados como las bolitas que la manufactura fabrica para juguete de los niños.

Mas abajo de esta localidad, las aguas termales tranquilas siguen manifestándose hasta salir completamente de la región volcánica de cordillera, y aún más abajo, en plenos valles argentinos de la provincia de Catamarca, en Fiambalá, los famosos baños calientes que atraen romerias desde largas distancias en busca de salud y de milagros, son de simple agua pura en que el análisis no determina más, ó mejor dicho, mucho menos de materia mineral que lo ordinariamente contenido en aguas potables de buena calidad.

Las termas de Fiambalá súrgen en terreno de pizarras cristalinas, con ausencia de todo indicio volcánico y sin más novedad en la composición ordinaria de esa formación, que una delgada capa de plombagina. La temperatura de las aguas alcanza á 64.° centígramos.

Citamos estos hechos, aunque fuera de los límites de nuestras exploraciones dentro de territorio chileno, porque con este último, principiando por la primera fuente termal del lado de occidente, acabamos por el oriente, con la última manifestación de la energia hidrotermal que no vuelve á aparecer más en aquella dilatada distancia hasta el Atlantico, á pesar de ser surcada por totentes cadenas de montañas.

Era interesante, además, al citar estos ejemplos en la vertiente oriental de la meseta atacameña, establecer el hecho de que el ejemplo análogo en la vertiente occidental, en Copacoya, ocupa el estremo opuesto de una diagonal que una los ángulos NO. y SE. de la altiplanicie, correspondiendo á la misma línea de situación de un tercer grupo de antiguos geysers, los de Botijuelas, en la falda oriental del Antofaya, hoy completamente cegados.

Sin poder dar á luz el mapa que ilustraria con fidelidad y presición estos hechos debemos dejar para otra ocasión las consideraciones que de ellos se desprende.

Y debemos por lo menos hacer breve mención de la existencia en muchas cordilleras de fenómenos tan hermosos como raros y con razón llaman con tanto interes la atención científica.

En efecto, desde que á principio del presente siglo, empezaron los sabios á ocuparse de visitar, estudiar y describir, los geysers de Islandia, los únicos conocidos hasta entonces, hubo de trascurrir el tiempo hasta 1851 para que se descubrieran los de Nueva Zelandia y hasta 1869 para que en Estados Unidos de Norte América, cuyo territorio la naturaleza se ha complacido en favorecer con todas sus maravillas de su creación se encuentran de los mismos un sin número, más en grande y más magestuosamente bellos que en parte alguna de la tierra.

En seguida es probable que toque su turno á los de Copacoya, siendo los de la Hoyada, aunque muy característicos, pocos en número y muy pequeña, apenas de algunos metros, el área dentro del cual se produce el fenómeno.

Llaman á Islandia la tierra del agua y del fuego, porque los torrentes, el hielo y las vegas se estienden allí sobre un lecho volcánico y caliente todavia con las emanaciones del Hecla y los geysers.

El Iellonostone National Park que el gobierno de la Union Americana ha tomado bajo su patrocinio para librarlo de la innovasión especuladora y conservarlo con sus maravillas intactas como objeto de estudio y escuela de observación, ocupa en las Montañas Rocallosas una situación análoga á la de nuestra referencia para los geysers atacameños.

El suelo en ambos casos, como también sucede en Islandia y en la Nueva Zelandia es el traquítico, lávico, riolítico, confirmando así la circunstancia general de ser ácidas ó siliceas las rocas predominantes.

La falta de actual actividad en los volcanes de nuestra altiplanicie no es negativa de la intervención de estos en las emanaciones de los geysers, mientras no haya razón para dudar de la conservación del calor en las lavas interiores de pasadas erupciones, agregándose además la circunstancia de que las rocas ácidas, porosas ypenetradas de agua constituyen un buen conductor del calórico.

En cuanto a reflecciones sobre la teoría de los geysers, nada hay que pueda inducir á contrariar ni siquiera á modificar las conclusiones á que des Choiseaux y Bunsen arribaron despues de las sabias experiencias de esos físicos ilustres.

El punto de ebullición del agua, aumentando con la presion, tiene que ser mas alto en el fondo de un conducto que en su estremidad superior, principio físico que adquiere mayor evidencia aplicándose precisamente á orificios de escape como los naturales de un geyser, estrechos, irregulares y en condiciones de impedir la niveladora circulación de las capas de desigual temperatura,

En el caso de las fuentes que hierven con mas ó menos agitación, sea que comuniquen á los generadores de las fuerzas volcánicas ó que derivan su calor del grado gotérmico solamente, la teoría no se desmiente sino que se adapta á las condiciones especiales de forma y configuración que afectan en particular á cada caso.

Lo dicho ántes acerca de la ninguna ó poca probable conexión que algunas aguas termales puedan tener con los volcanes en actividad, con las fumarolas que les han sucedido ó con los geysers, podría ser estendido á todas las circunstancias en que se producen aguas de cierta temperatura arriba de la ordinaria, al paso que los geysers indudablemente obedecen como en Island a, Norte-America y Zelandia, á ciertas líneas de demarcación y á determinados caracteres de constitución gelójica.

En Copacoya y los Hornitos de la Hoyada siguen el curso de los surcos mas profundos que se han labrado las aguas ó han resultado primitivamente de fracturas en el terreno ó súrgen en contorno de un lago subterraneo; el terreno en que abren es de tal naturaleza que se presta para ser corroido y disuelto por las aguas calientes; la edad geolójica de su formación no debe de ser anterior á las últimas etapas del periodo terciario; sus secreciones silíceo-calcáreas y sus afinidades con las fumarolas ó volcanes en actividad; tales son los caracteres generales de los geysers sur-americanos que establecen un paralelismo casi matemático con sus semejantes de Islandia, Estados Unidos y Nueva Zelandia.

De las exploraciones llevadas á cabo y de los estudios que les siguen deben resultar las ilustraciones necesarias á que hemos aludido: los dibujos, el mapa, los análisis de las aguas y de los sedimentos ó secreciones que depositan, la petrografía del terreno, etc. etc. Vendrán algun día quizá acompañados de una revisión y corrección de

estos apuntes á que la falta de tan indispensables medios de comprobación hace incompletos.

Por esta razón es preferible ó mejor, es forzoso, dejar para mas tarde la consideración de la naturaleza de las rocas en su estricta clasificasión petrográfica y la composición de los sedimentos que ni siquiera podemos tener á la simple vista, contestándonos por ahora con los rasgos generales espuestos, los que, no obstante su deficiencia, bastan siquiera para establecer las estrechas semejanzas ó mas bien identidad entre estos raros y estraños fenómenos de las enerjias calorificas del planeta.

En la descripción particular de todas nuestras termas y fuentes minerales tendremos ocasión de ampliar un poco más algunas otras consideraciones, reservando para otra sección de estos trabajos su complemento necesario con motivo de los depósitos metalíferos.

***

No habría interés en agrupar las aguas minerales segun la clasificasión topográfica que hemos adoptado para las aguadas comunes; tampoco podríamos clasificarlos en cuanto á su origen por ser tan vagas y someras las apreciaciones que caben á este respecto; ni en cuanto á su composición, porque no hemos andado preparados para atender debidamente á tan delicada especialidad, habiéndonos sucedido, en todos los casos, que el trabajo tomado algunas veces ha sido malogrado casi siempre, por adulterarse las aguas coleccionadas para el análisis ó haberse conservado en estado de no inspirar la confianza necesaria.

Podría asegurarse, sin embargo, que la gran mayoría de las aguas minerales, frias ó termales, son cloruradas, aunque sin dejar de contener tambien sulfatos, expecialmente los de sodio y calcio, siendo notable en las de geysires la sílice y en las de la altiplanicie el ácido bórico.

Como efectos ó resultados de semejante composición de las aguas reinantes en casi toda la estensión de cordilleras, quedan en las yeseras, salares y borateras que cubren el desierto central y las cuencas de la altiplanicie, en estado fósil ó en el de actual formación aún los residuos inagotables de un período de emanaciones líquidas en

escala colosal, disminuida paulatinamente hasta subsistir todavía en casos dispersos y en agonizante actividad, los surgideros que designamos con el nombre genérico de *aguas calientes* ó *minerales*.

En otro órden de actividad más antigua y más poderosa, los efectos de tales aguas nos han dejado los resultados de la disposición de los minerales metálicos en las infinitas y variadas formas de sus criaderos, junto con las consecuencias de su acción metamórfica y mineralizadora en la estupenda escala geológica que media entre períodos que acusan la duración de una eternidad de siglos.

Catalogar las aguas minerales que subsisten como últimos vestigios de la época genésica es la obra de un momento, pero entrar en la investigación de las causas de su investigación de las causas de su producción y de los efectos de su acción sobre los terrenos preexistentes que inundaron, sería la obra de muchos volúmenes de erudición y muchos años de una observación cuyos medios quedarán á cargo de las futuras generaciones.

El campo de acción en que se han verificado los efectos de la hidrología termal puede considerarse estendido á toda la altiplanicie andina sin exceptuar un solo palmo de ella que no haya sufrido más ó menos la influencia de las aguas subterráneas.

Una simple ojeada al mapa geográfico bastará para abarcarla en toda su estensión, comprendida entre ambas cordilleras: desde el Nevado de Jotabeche, siguiendo la cordillera Domeyko hasta el Quimal y su prolongación según la serranía de Barros Arana hasta los montes Tatio en su cumbre Chájsar, por el Oeste, y la cordillera limítrofe argentina desde Monte Pissis hasta el cerro de Granada, por el Este.

Formando un rectángulo con las líneas astronómicas medias podríase tomar por el Oeste, el meridiano del cerro *Bolzon*, de la cordillera Domeyko, en 69.° 06.′ 56.″ O. de Greenwich; por el Este el de *Jueregrande*, en 66.° 39.′ 44.″ 56; por el sur el paralelo del *Azufre* (Volcan de Copiapó) en latitud de 27.° 19.′ 2.″ 50, y por el Norte el del cerro *Tinte* en 22.° 45.′ 57.″

En lugar correspondiente de estos estudios se hace la descripción detallada de esta interesante región del continente sur-americano resultando del detalle de sus líneas orográficas que toda su estensión

está dividida en un número de 55 figuras más ó menos irregulares, grandes ó pequeñas, cuencas profundas ú hondonadas, mesetas ó dorsos aplanados, cuyas áreas, sumadas una a una, forman una superficie total de 112, 682 kilómetros cuadrados.

Aun los rios directamente nacidos de aguas meteóricas como el de Copiapó, se impregnan en su curso hasta el mar, de una fuerte proporción de sales alcalinas y terreo-alcalinas.

No obstante, este hecho, debido á una causa local en el trayecto de aquel fértil y lozano valle, se produce fuera de los límites de la altiplanicie y no es sino accidental.

La única fuente mineral que hayamos allí encontrado en el curso de nuestras esploraciones, consta de tres pequeños surtideros situados en la vertiente izquierda de la Quebrada Seca, afluente de la del Nevado de Jotabeche, á unos 4 metros de altura sobre el nivel del piso, por donde solo corre agua en tiempos de avenidas. El carácter de estas pequeñas fuentes debe de ser de una intermitencia con mui largos períodos de tiempo entre sus días de actividad, siendo la naturaleza de sus aguas, al parecer, carbonatadas, con indudable predominio del bicarbonato sódico,

En su curso desde las alturas de sus nacimientos hácia el valle central, los afluentes del rio de Copiapó sufren frecuentes estagnaciones en vegas malsanas y repetidas infiltraciones en el subsuelo donde se impregnan fuertemente de sales, especialmente de sulfatos de calcio y magnesio y cloruros alcalinos. Su efecto suele muy nocivo a personas que no están habituadas á su uso, y su mala calidad, ya bastante sensible en la ciudad de Copiapó, aumenta á medida de su descenso hácia el mar en cuyo trayecto hay largos trechos de terreno cubiertos de sulfatos sódicos y magnesianos.

Ha sido un problema ofrecido con fuertes primas á la acción industrial, para el cual no se ha encontrado mejor solución que la destilación por el fuego según los procedimientos ordinarios.

Con motivo de los estudios de agua potable mandados practicar en diferentes pueblos de la república por el supremo gobierno, el agua de Copiapó ha sido analizada por el señor P. Lemétayer.

Las muestras han sido tomadas en Pabellón, río arriba de Copiapó, distante unos 40 kilómetros, en un punto á donde, por sus con-

diciones, se creía preferible la construcción de filtros para conducir el agua por cañerías para el uso de las poblaciones del tránsito á lo largo del valle.

He aquí el análisis:

**Designación de los cuerpos dosificados**

| | | Tanto por litro |
|---|---|---|
| Grado hidrotimétrico, total | 28.° 10 | |
| Residuo á 180° | | 0.731 gramos. |
| Sílice | | 0.241 " |
| Fierro y alumina | | 0.015 " |
| Cal | | 0.063 " |
| Magnesia | | 0.040 " |
| Potasa | | 0.0031 " |
| Soda | | 0.079 " |
| Cloro | | 0.0497 " |
| Acido sulfúrico | | 0.207 " |
| Acido nítrico | | indicios |
| Acido fosfórico | | nada |
| Acido carbónico de los carbonatos | | 0.032 " |
| Amoniaco libre | | indicios " |
| Amoniaco albuminoide | | indicios " |
| Oxígeno consumido por la materia orgánica | | 0.00217 " |
| Gases en disolución | 32 c. c. | |
| Acido carbónico | | 6 c. c. |
| Oxígeno | | 8 c. c. |
| Azoe | | 18 c. c. |
| Total | | 32 c. c. |

El señor Lemétayer advierte que el agua para el análisis hubo de ser filtrada por tener materias en suspensión que equivalían á más del doble de las en disolución.

También hace mención de la presencia del cobre, pero debemos declarar que este metal no ha podido hacerse sensible en el agua del rio de Copiapó sino por efecto una causa accidental producida por un derrame de los residuos del procedimiento metalúrgico de

amalgamación en que intervienen sales de cobre, que es el de uso general en aquel valle.

Es probable que con motivo de las últimas creces extraordinarias de ese río, las aguas salidas de madres han invadido los depósitos de relaves que se aglomeran á sus inmediaciones, disolviendo las sales cobrizas que los impregnan.

Hecho punible, que deberia ser reprimido con la mayor severidad, en todo caso, no es como se ve, sin efecto de un accidente ó de un injustificable descuido, y en manera alguna una cualidad permanente del agua de Copiapó.

Por lo demas, las materias de orígen orgánico, mas eficazmente nocivas, como el ácido nítrico y el amoniaco libre y albuminoide, no se constatan sino como indicios en aquellas aguas tan cargadas de materias minerales.

El río Loa, que limita por el estremo opuesto el territorio del desierto atacameño, es de un orígen eminentemente termal y mineral, á lo ménos por lo que respecto á uno de sus dos grandes afluentes, el Salado.

En el espacio de una hondonada crateriforme que mide como cuatro kilómetros de diámetro todo el terreno del fondo por donde marcha el viajero, parece ser una simple cáscara de sedimentos calcareos ó silíceos que hace el oficio de cubierta ó tapa de una inmensa caldera hirviente, de abismo insondable.

Gran número de columnas de vapor y de agua en ebullición con el mas alto grado de temperatura que permite la elevación de unos 3,600 metros sobre el mar, se levantan diversas alturas produciendo desde la distancia el efecto de las humaredas de un campamento.

La agitación de las aguas es violentísima y se escapan producien do el ruido característico de las calderas de vapor.

Su sabor es igual al del agua marina un tanto diluida y su color recuerda tambien el agua de mar, reflejándose hermoso verde intenso en aquellas bocas anchas y profundas, cuando la tensión interior da tregua á la agitación y las aguas ofrecen una superficie tranquila.

Se cuentan facilmente hasta veinte columnas humeantes y bocas abiertas en actual actividad, pero una investigación prolija y un levantamiento topográfico revelerarían un gran número mas, aparte

de muchos boquerones y orificios ya cegados del todo por la acumulación de los sedimentos.

En ciertos trechos, parece que la presión interior pugnara con violencia por romper la cáscara de la cubierta, viéndose puntos donde la fractura de la roca, que no es sino el resultado de las concreciones que deposita el líquido mineral, es fresca, desigual y sin las formas suaves, redondeadas con que la acción del tiempo reviste la superficie esterior que baña constantemente el agua.

La idea de que tales fracturas recientes pudieran verificarse en el momento de pisar el viajero sobre la frágil corteza que cubre un abismo hirviente, se infunde pavorosamente en el espíritu, aumentada la razón de su probabilidad por el sonido hueco, casi metálico que á veces resuena bajo el golpe de la uña herrada del caballo sobre las duras concreciones.

Dado el papel que el vapor de agua y los efectos de intermitencia que su fuerza elástica hacen en estas fuentes termales, su clasificación entra de lleno en la categoría de los *geysers*, pero sin asumir el fenómeno, que se sepa, las proporciones sublimes de grandiosidad con que se exhibe el mismo en los característicos ejemplos de Islandia.

La intermitencia de las explosiones es en algunos de los orificios como la acompasada sucesión de las respiraciones del pulmon humano; en otros, es tumultuosa é irregular, y en algunos la columna de vapor se eleva sin intermitencia alguna quizá por períodos de tiempo mas ó menos prolongados.

Las dimensiones de la columna líquida es en algunos de los que la proyectan á mayor altura, de unos 30 á 40 centímetros, estando en actual tranquilidad los de mayores dimensiones, algunas de las cuales tienen hasta 4 y quizá mas metros de diámetro, siendo, al parecer no mas allá de diez metros la mayor elevación que alcanzan los chorros de vapor sobre el nivel del orificio.

Sería necesario que la fortuna acompañara al viajero para llegar en el momento propicio para la producción del fenómeno en toda su magnífica grandiosidad.

Las concreciones formadas por la secreción de la materia mineral en disolución ó en suspensión, se depositan al rededor de las bocas

de escape mas pequeñas formando como el bordo de un crater ó corona, mas de forma cilíndrica que cónica y de alturas que nos exceden de dos metros; pero mas generalmente los boquerones carecen de esa guarnición, manteniéndose el agua hirviente á su nivel ó rebalsándolo sin proyección violenta.

El carácter dominante es la variedad en el aspecto físico de los diversos orificios de escape, manteniéndose, al contrario uniformidad en la composición del agua y en el material de las secreciones, la que, por el aspecto, parecen de composición silíceo calcáreas, teñidos esteriormente con los comunes colores abigarrados en que resaltan el verde, el amarillo y el rojo de diversos grados de intensidad.

De paso quedó ya dicha en otra parte que esta rejión de grande actividad hidrotermal está situada al pié de los montes de Tatio, de la cordillera real de los Andes, en la prolongación del Licancaur al norte por los volcanes en semi actividad que median entre el Putana y el de San Pedro, correspondiendo su situación geográfica mas ó menos á la intersección de los paralelos de 22°.20' á 22°.26' y meridianos 67°, 55' á 68° de Greenwich, al sur de la pascana de Copacoya.

Esta rejión de los geysers está íntimamente ligada con otra inmediata distante unos pocos kilómetros mas hacia el pié de la cordillera donde predominan las fuentes termales gaseosas, relacionándose estas á su vez con una de las rejiones de la cordillera andina á donde con mayor energia subsisten aun, en las actuales solfataras y fumarolas, los restos de la pasada actividad eruptiva de los grandes volcanes.

Las fuentes gaseosas se manifiestan mas pronunciadamente segun el tipo de las llamadas *salsas* ó volcanes de barro.

En un espacio circular de 10 metros de diámetro, cerrado hacia el oeste por un barranco y abierto en el sentido opuesto, hierve un charco de agua de intenso color azul como si la saturara el sulfato de cobre, sobre un fondo de fango negro y fétido con el olor característico del hidrógeno sulfurado y con manchas amarillas de azufre precipitado al estado nativo.

Agitan la superficie de este estanque nauseabundo infinitas burbujas de gas que impregnan el aire ambiente hasta hacerlo imposi-

ble, y lo pueblan de pequeños penachos blancos los escapes de vapor de agua que parecen abrirse paso con dificultad á traves de la masa fangosa.

Por el lado abierto del estanque, en un suelo de limo fino arcilloso, abren concabidades de forma cónica, verdaderos embudos por cuyo orificio estrecho, obstruido por un barro rojo, espeso, de arcilla pegajosa, se escapan bajo fuerte presión los gases formando burbujones enormes que estallan con detonaciones secas y arrojan contra las paredes y á veces fuera del recipiente, una granizada de la materia pastosa, humeante y fétido.

Las aguas resultantes de estas emanaciones eminentemente minerales se reunen en un pequeño arroyo que debe de llevar un contingente en alto grado pernicioso para la calidad potable de las aguas del Salado, ya de suyo inútiles para el mismo fin desde su orígen en los geysers, pero sin duda deben de poseer como aguas de baño, extraordinarias propiedades medicinales.

Así quedan, en un sólo ejemplo, dentro de un espacio relativamente reducido y ascesible para ser estudiados en sus interesantes detalles, á la vista y en plena actividad, los fenómenos exteriores de toda la serie de evoluciones internas que sufre el agua en sus peregrinaciones subterraneas bajo la poderosa acción del calor central.

Vapor de agua y ácidos sulfurosos en los cráteres de las altas cumbres; vapor de agua y gases sulfhídricos en las salsas y volcanes de barro en la región intermedia, como transición á las simples aguas termales y alcalinas de los geysers del fondo, y por último los restos remotamente pasados, se puede agregar, de la acción siempre poderosa en la historia de las formaciones geologicas, ejercida por el calor como ajente primitivo y transmitida por el agua, como medio eminentemente mineralizador en la formación de los filones metálicos y criaderos minerales que yacen mas abajo aun, donde todo vestigio de influencia hidrotermal ha desaparecido por completo.

Por desgracia, las contrariedades sufridas en viajes de exploración emprendidos sin comodidades y sin los recursos necesarios, hicieron malograrse los más útiles frutos de aquella excursión destruyéndose en el camino de nuevos parages de la cordillera, las interesantes vis-

tas fotográficas y las muestras de aguas y barros destinados al análisis químico.

Sólo podemos ofrecer los resultados de análisis de las aguas del Loa, formado por la confluencia, cerca de Chiuchiu, del referido Salado con las aguas puras que bajan por el otro brazo, apenas igual, sino inferior en caudal, á aquel.

Segun el análisis de un autorizado químico de Lóndres una muestra de agua estraída frente al Toco, contiene, aparte de un poco de materia orgánica, 0 367 por ciento de materia mineral, equivalente á 256.7 gramos por galón inglés.

| | |
|---|---|
| Cloruros alcalinos | 2869 |
| Cloruro de magnesio | 299 |
| Cloruro de calcio | 400 |
| Sulfato de calcio | 28 |
| Sílice y óxido de hierro | 74 |
| Acido carbónico | indicios |
| | 3670 |

Esta porción de materia mineral es como 8 á 10 veces á lo menos de la contenida en el agua ordinaria de los rios de agua dulce, y comparada con la del agua de mar es como si á esta se le agregara 10 veces su volúmen de agua dulce.

Segun otro análisis hecho en París, se encontró la materia mineral en proporción de 3.901 gramos por litros del agua natural, y su composición, como sigue:

| | |
|---|---|
| Cloruro de sodio | 228.3 |
| Cloruro de potasa | 22. |
| Cloruro de magnesio | 29.6 |
| Cloruro de calcio | 12. |
| Carbonato de magnesio | 4.5 |
| Sílice y óxido de hierro | 16. |
| Nitrato y yoduro de sodio | indicios |

Si se dispusiera de análisis más completos verificados sobre aguas tomadas en los puntos convenientes para llegar á resultados que

ilustren acerca de la composición de las aguas subterráneas en el momento y en el local mismo de su surgimiento, se descubriria indudablemente que las aguas de nuestros geysers y aguas termales de las cordilleras de Atacama, contienen igual número y variedad las sustancias minerales que el bien aplicado análisis químico ha demostrado en las de igual origen en Yellow Stone Park.

Dadas las semejanzas de composición geológica, las análogas circunstancias, físicas i la identidad en la fisiografía de las localidades, de aquellas regiones con las nuestras, es indudable que el cuadro de composición química de las aguas termales se enriqueceria con la presencia del boro, en estado de borato de cal ó de sodio, ó de simple ácido bórico; con yoduros y bromuros, con litio, etc., y quiza tambien con la del oro en partículas invisibles, pero constatable en proporción sensible al simple ensaye industrial en algunas rocas volcánicas que han estado en relación con aguas termales, como en las obsidianas y riolitas de que constan los alrededores del cerro mineral aurífero del Guanaco.

Este hecho, que será esplicado con más desarrollo en otro lugar, es una comprobación interesantísima que viene en corroboración de otros casos en que se ha constatado la presencia del oro en las aguas termales, como en Carlsbad, y después por los geólogos norte-americanos en el gran geysers de Yellow Stone.

Comparando entre sí los dos análisis del agua, aunque con diferencias notables en la proporción de ciertos elementos, lo que puede atribuirse á los distintos locales y en época en que las muestras habrán sido tomadas, se comprueban en cuanto á establecer la naturaleza de su composición clorurada.

En efecto, del primer análisis resulta que el cloro existe en proporción de más de un cincuenta por ciento en el residuo mineral, correspondiendo un exceso al sodio y una fuerte proporción al magnesio, distribuyéndose el resto entre el calcio y el potacio.

En la sílice, llama la atención que su dósis sea tan pequeña en el análisis de Lóndres y tan relativamente considerable la que arroja la de París, dando por probable que el óxido de hierro, dosado conjuntamente, corresponderá una pequeña proporción del total.

Pero más extraño es aun el considerar que el agua de Copiapó

la contenga en tan enorme proporción como la de mas de un treinta por ciento del residuo, en estado libre, porque segun la proporción de las bases y del cloro y el ácido sulfúrico, no queda al estado de combinación admisible para él ácido sílicico.

Se encuentra más digna de atención todavía esta circunstancia, considerando que en sus nacimientos, así como en todo el curso de su trayecto, no intervienen en el valle de Copiapó, hechos de naturaleza geológica, ni de orígen subterráneo visible, así de composición mineralógica conocida, que puedan contribuir con tan fuerte cantidad de sílice á la mala calidad de las aguas de ese río.

Mayor perplejidad resulta todavía ante la composición que para las mismas aguas del río de Copiapó dan los dos análisis practicados por el Ingeniero don Víctor Klein, encargado por la sección de hidráulica de la Dirección de Obras Públicas del estudio de un proyecto de agua potable para la ciudad de Copiapó, si se les compara con el del señor Lemetayer, que dejamos antes expuesto.

Este último se refiere al agua de Pabellon, población del valle situada á 40 kms. río arriba, hacia donde se ha supuesto siempre que la calidad de las aguas era mucho mejor.

De allí se surten muchas familias y también la Empresa del Ferrocarril para el uso de las locomotoras.

El señor Klein, para mayor precaución, ha tomado personalmente la muestra para el análisis del punto denominado Potrero Seco, arriba del establecimiento de amalgamación que lleva el mismo nombre.

Materias en suspensión en un litro de agua: 1.580 gramos.

| | |
|---|---|
| Residuo de un litro | 0.688 |
| $CaO.\ SO^3$ | 0.193 |
| $Al^2O^3.\ SO^3$ | 0.066 |
| $MgO.\ SO^3$ | 0.064 |
| $KaO.\ SO^3$ | 0.053 |
| $NaO.\ SO^3$ | 0.278 |
| Na Cl | 0,034 |
| $F^2.\ O^3$ | indicios. |

Comparando algunos elementos, resulta según este análisis una proporción de ácido sulfúrico de 0.3657 en 0.688 de residuo, contra

0.207 que obtiene el señor Lemetayer en 0.731 de residuo; la soda figura con la proporción de 0.1348 en el primero contra 0.079 en el segundo; el cloro en 0.0206 contra 0.0497, y finalmente el señor Klein no constata sílice, al paso que el señor Lametayer determina ese cuerpo en la proporcion ya dicha de 0.241.

El otro análisis, es tomado en el Pretil, lugar de recreo inmediato á la ciudad de Copiapó, donde mediante un tranque se represan las aguas y se destinan, previamente filtradas á las cañerías del uso público. Hé aquí el análisis:

Materias en suspensión en litro de agua: 2820 gramos.

| | |
|---|---|
| Residuo de un litro | 0.777 |
| $CaO. SO^3$ | 0.255 |
| $Al^2O^3. SO^3$ | 0.066 |
| $MgO. SO^3$ | 0.066 |
| $KaO. SO^3$ | 0.057 |
| $NaO. SO^3$ | 0.289 |
| Na Cl | 0.044 |
| $F^2 O^3$ | indicios |

Con mayor preparación y estudio de estas importantes materias, nos reservaremos para insistir en ellas más adelante.

Á continuación del catálogo general de las aguadas, con que completamos las anteriores generalidades hidrológicas, se inserta también el de las *Aguas Culientes* ó termas de la altiplanicie. Ocasión propicia será también para volver a ellas, cuando llegue su turno á la trascendental cuestión de los depósitos minerales.

---

## 5.—CATÁLOGO DE LAS AGUADAS

### 1.—Aguadas de la costa

1.—El Loa, cuyo caudal es de curso continuo hasta su desembocadura, donde se arroja en el mar con un volúmen de más ó menos 1.60 á 2 $m^2$ de sección por una velocidad de 60 metros por minuto, es

un valiosísimo recurso que en el estéril desierto no ha sido aún aprovechado como motor para la industria ni como medio de cultivo de las tierras en el grado que lo permitiría lo salobre de sus aguas.

La calidad de estas no es tan mala que no puedan ser bebidas por el hombre, por ser gruesas y desagradables para el paladar no acostumbrado á ellas.

Para los ganados caballar, vacuno ó lanar no tienen inconvenientes ni propiedades nocivas

El punto de la desembocadura corresponde al paralelo de 21.° 25.' 30", siendo Punta Chilena el punto más caliente de la costa inmediata, distante 6½ kilómetros al sur de la boca del río.

En la ribera misma del mar, el río atraviesa subterráneamente el bordo de arena y aluvión para reaparecer por infiltración en el seno de las aguas marinas.

Juncales, chépica y otras yerbas ofrecen alimento constante á los animales.

2.—*Aguada de Mamilla*, por los 21.° 58' en la quebrada del mismo nombre, *unos* 9 kilómetros al sur de punta Páquica; abundante fuente de agua dulce á cuya influencia crecen algarrobos y arbustos. Es de grande utilidad para los mineros de todas esas inmediaciones.

3.—En las inmediaciones del puerto de *Tocopilla*, hoy importante población, no hay aguadas naturales; sale en abundancia de las minas, á cierta profundidad, pero solo útil para operaciones metalúrgicas.

4.—*Agua Dulce*, de buena clase, como su nombre lo indica; es la aguada de donde se súrten los importantes distritos mineros que que principian á formarse en las inmediaciones del sur de Tocopilla. Es de las aguadas que súrgen por sifones naturales á la orilla del mar, pudiendo ser inundadas por sus olas en casos escepcionales.

5.—*Agua de Alala.* En la caleta de este nombre, como á 4 kilómetros al sur de Agua Dulce, los pozos comunes que se abren en la playa, alcanzan una capa de agua de no mala calidad, y muy buenas hacia las faldas del cerro.

6.—*Aguada de la Higuera.* En una quebrada de este nombre, vierte agua excelente en lo escarpado de la montaña así como se encuentra también en pozos comunes hacia su desembocadura en el

mar, al norte de la punta llamada de Bandurrias y por caleta Copaca.

7.—*Quebrada de las Cañas*, que desemboca en las inmediaciones de Cobija, contiene una aguada natural en lo escabroso de la serranía, muy bien situada para algunos mineros de aquel puerto.

8.—*Agua del Algarrobo.*—Se extrae de pozos comunes en la playa, salobre; dista algunas cuadras de Cobija, al sur.

9.—*Agua del Chungungo.*—Buenas aguas que vierten de las rocas escabrosas de la costa.

10.—*Quebrada de Tamés.*—Vierte en esta quebrada, algunos kilómetros adentro de la caleta del mismo nombre, agua abundante que es el recurso de los pobladores de algunos importantes lugares de minas en esa desamparada región.

11.—*Agua del Leoncito.*—Á unos 6 kilómetros distante de la caleta de Gualaguala, al oriente, existe una buena vertiente en la quebrada del Leoncito. También en Gualaguala, como es tan común en toda la costa, los pozos comunes alcanzan agua regularmente potable.

12.—*Agua de los Hornos.*—Servia al antiguo establecimiento de fundición que sostenían las importantes minas de Chacaya, Panizos Blancos y otros.

13.—*Agua de Chacaya.*—Por el paralelo de 23° á inmediciones de la caleta de este nombre, los mineros cuentan con otra aguada, además de otras que en ciertas épocas prestan también sus servicios. El lugar tiene también recursos de leña abundante y algún pasto.

14.—*Aguada Moreno*, situada en el estribo SO. del notable Morro Moreno y con facilidad para atracar embarcaciones menores en la inmediación de la boca de una caverna de donde mana el agua. Esta es de buena calidad y corre constantemente.

15.—*Aguada de Caleta Chimba*, situada al norte de Antofagasta; en el mismo desembarcadero hay agua de pozos comunes que apenas sirve para los animales; en la quebrada adentro, á unos 3 kilómetros del mar hay vertiente natural, también de agua salobre.

16.—*Agua de la Negra*, situada en la Quebrada de Mateo, en la línea del ferrocarril de Antofagasta al Salar del Cármen, por el kilómetro núm. 16. Es abundante pero salada y de mala calidad; corre

por el cauce de la quebrada y da lugar á pantanos donde se desarrolla vegetacion de brea y tolas.

17.—*Agua Dulce*, situada en la caleta del mismo nombre, un poco al norte de la de El Cobre, y á las 24° 8′ de lat. y 70° 32′ de longitud O. de Greenwich; es de buena calidad.

18.—*Agua de Botija*; son dos aguadas, como á 45 kilómetros al sur de El Cobre y próximas á la costa; pueden ser fácilmente inundadas por las aguas del mar, de aquí que son algo saladas.

19.—*Agua de adentro*; como á 9 kilómetros al sur de las anteriores y á 2½ kilómetros de la costa, hacia adentro, por la quebrada del mismo nombre; es de vertiente, algo escasa y de muy buena calidad.

20.—*Agua Colapi*, situada un poco al sur de Botija, en la costa: regular calidad.

21.—*Agua de Miguel Diaz*; 9 kilómetros al sur de Botija, algo salada.

22.—*Agua de Izcuña*, en la quebrada del mismo nombre y á 3 kilómetros al interior; es de regular calidad

23.—*Agua del Buitre*, situada un poco al sur de la anterior.

24.—*Agua La Colorada*, situada un poco al sur de la del Buitre.

25.—*Agua La Follanca*, situada un poco al sur de La Colorada, y casi en el quebradero de las olas del mar y á 22 kilómetros al sur de Miguel Diaz.

26.—*Agua Punta de Plata*, un poco al norte de la quebrada del mismo nombre y algo retirada de la costa.

27.—*Agua del Cardón quemado*, situada frente á Punta de Plata.

28.—*Agua del Panul*, muy próxima y al sur de la anterior

29.—*Agua del Trapiche*, al sur de la del Panul.

30.—*Agua del Panulcillo*, al sur de la del Trapiche.

31.—*Agua del Médano*, al sur de la del Panulcillo.

32.—*Agua de las Cañas*, como á seis leguas al sur de Punta de Plata; es de regular calidad.

33.—*Agua Morados*, al SE. de la anterior.

34.—*Agua del Rincón*, al sur de Las Cañas, y arriba, en los despeñaderos, vierte el agua esquisita de Leoncito, morada de changos.

35.—*Agua de la Capilla*, un poco al norte de Paposo; de pique, abundante y buena.

36.—*Aguadas de Paposo.*—En las inmediaciones del puerto de este nombre, aguas esquisitas súrgen de las faldas de la alta montaña en forma de arroyuelos. En las alturas de la quebradas que va á las minas de la Abundancia se cultiva alguna hortaliza y árboles frusales. La vejetación natural es relativamente exhuberante en este tramo de la árida costa atacameña.

37.—*Agua de Matancillas:* poco al sur de Paposo en la quebrada del mismo nombre, vierte también agua dulce abundante.

38.—*Estancia Vieja;* entre Paposo y caleta Cascabeles, se cultivan árboles que se conocen con aquel nombre, alcanzando la vejetación para la crianza de ovejas y mantenimiento de muchos animales.

39.—*Aguada de Cascabeles;* quebrada adentro de esta caleta inmediata á Taltal y por donde se hace embarque de salitres procedentes del interior, abunda el agua y existen vegas de cierta importancia.

40.—*Agua de Perales.*—Los faldeos del cerro así llamado, que se levanta hasta la altura de 1000 metros al NE. del pueblo de Taltal, dan lugar á numerosas y abundantes aguadas y veguitas conocidas co el nombre de Perales, Peralito, Agua de Ramón y otras.

41.—*Agua de la Brea;* tierras húmedas y vegosas dentro de la quebrada de Taltal, donde abunda la brea que da su nombre á esa agua y estación de ferrocarril.

42.—*La Chépica;* en una ramificación de la misma quebrada é inmediata á la brea: aguada abundante.

43.—*Agua Escondida;* detrás de Taltal, al sur, quebrada de los Changos, á 8 kilómetros del mar.

44.—*Agua de las Tórtolas;* detrás de la Punta San Pedro, á 3 kilómetros de la costa; escasa y de regular clase.

45.—*Aguada del Leoncito,* entrando hasta los nacimientos de la quebrada de este nombre que desemboca en la caleta de Ballenita, á 8 kilómetros adentro; buena agua y abundante leña de donde se proveen los mineros de Cifunchos.

46.—*Aguada de Tigrillo;* inmediatamente al norte de la caleta de Guanillos, después llamada puerto Esmeralda, donde desemboca al mar una quebrada que baja del cerro Esmeralda ó Vaca Muerta hay

infiltraciones de agua dulce en la orilla de la playa, invadiéndola á veces las olas.

47.—*Aguada de Guanillos;* á 3 kilómetros de la caleta ó puerto Esmeralda, por el camino que va á las minas de Esmeralda, hay abundante agua en las quebradas.

48.—*La Cachina;* casi contigua á caleta Esmeralda, está del Salto, al sur, y quebrada adentro están las abundantes vegas saladas de la Cachina, pero se encuentra también agua dulce rompiendo á hondura de 2 á 4 metros una costra de tosca. En las vegas se alimenta algún ganado lanar.

49.—*Vegas de Quinchihue;* á 16 kilómetros del puerto de Pan de Azúcar están las vegas de este nombre y más adentro las de Carrizalillo ó Las Bombas donde la abundancia del agua ha dado lugar á la fundación de un importante establecimiento metalúrgico de reconcentración.

50.—*La Chilca:* aguada vecina a Quinchihue.

51.—*Chañaral de las Ánimas;* quebrada adentro de este puerto están las aguas del Salado, inservibles para la bebida, pero el agua de pozos comunes es buena en algunos puntos como en los piques, hácia la Florida.

52.—*Agua del Toro;* de calidad un poco salobre, unos 4 kilómetros sierra adentro de la caleta Barquito, inmediata al puerto de Chañaral.

53.—*La Chañarala;* entre punta Infieles y Caleta Barquito, entra la quebrada de este nombre que contiene agua potable que la suministraba á los moradores de Chañaral antes del establecimiento de las máquinas de destilación. Hay vegas y brea.

54.—*Pozo de Piñico;* quebrada adentro de Las Ánimas, con buena agua de pozo común.

55.—*Flamenco;* en las playas de este puerto, los pozos comunes dan en agua salobre, potable para los animales, pero quebrada adentro hay buenas aguadas.

56.—*Vega Salada;* á 14 kilómetros á dentro del puerto de Flamenco, corren las abundantes vegas de este nombre y un poco más adentro *La Brea.*

57.—*Agua de Cabeza de Vaca;* en las caídas del portezuelo por donde se viaja de Caldera al Morado y la estancia del Potrero, del lado norte del cordón Cabeza de Vaca, hay aguas cristalinas y esquisitas que vierten de rocas graníticas.

58.—*Vegas del Potrero;* en la quebrada de ese nombre cuya entrada abre frente al puerto del Obispo, hay aguas y pastos abundantes

59.—*Salto del Agua;* en las subidas del portezuelo de Cabeza de Vaca hay vertientes muy hermosas de agua excelente, arbustos y leña abundante.

60.—*Ramadas;* en la quebrada que baja al mar entre punta Cabeza de Vaca y Caldera, el agua es abundante y corre á veces como un arroyuelo. Su uso fué concesión hecha á don Diego de Almeida quien la destinaba para el consumo de la población de Caldera.

61.—*Piques de Caldera* en las inmediaciones de este puerto, el agua de los pozos comunes es potable para los animales y sirve para usos de cocina.

62.—*Piques del Algarrobo.*—En las faldas de este cerro importante por sus ricas minas de cobre, los mineros han abierto catas que dan, en las quebradas, agua de buena calidad para la bebida.

63.—*Agua de Chorrillos.*—Mana en pintoresca cascadita en las barrancas que bordean la costa al sur del Morro de Copiapó, agua abundante i potable donde abrevan los ganados de los pastores que en las llanuras de Caldera aprovechan de los bienes de la florida primavera que las hermosea todos los años.

64.—*Río de Copiapó.*—Vegas abundantes y buenas aguas corren en todo tiempo por la desembocadura del valle de Copiapó llegando á veces á echarse los sobrantes en el mar.

65.—*Bahía Salada.*—Aguadas de playas hay en algunas partes de esta estensa bahía, pero casi todas cegadas ó borradas por el abandono.

66.—*Aguada de Gertrudis.*--En los faldos del cordón que va de Punta Pajonales al Veladero; en caídas á las llanuras de Bahía Salada, existe esta vertiente de buena agua, muy útil para favorecer la travesia medanosa del Totoral al río de Copiapó.

67.—*Totoral Bajo.*—En la caleta de este nombre desemboca la qenbrada de Totoral que recoge las infiltraciones de una hoya esten-

sa que baja desde las cordilleras andinas. Se forman estensas vegas en su cauce hasta el pequeño pueblo de Totoral y sus aguas sobrantes se detienen á la orilla del mar formando lagunillas y pantanos que van á desaguar probablemente en el fondo del océano.

68.—*Agua de los Burros.*—Sitnada en la quebrada de los Burros, no muy buena, presta servicios á las minas que median entre Totoral y Carrizal Bajo.

69.—*Carrizal Bajo.*—En este puerto desaguan las abundantes vegas de Chañarcitos y Canto del Agua que favorece y facilitan las industrias mineras de esas importantes localidades.

### 2.—Aguadas del Desierto Central

1.—Al occidente del Loa, en la región que se extiende desde Chacance á Quillagua siguiendo la márgen izquierda del rio hasta las cumbres del cordón marítimo de la costa, comprendiendo las planicies salitrosa del Toco y Colupo, el agua se alcanzaría con seguridad por pozos comunes á honduras diversas, probablemente salada ó salobre, buenas solamente para las operaciones industriales como el beneficio de los caliches, etc.

La vecindad del rio no lo ha hecho necesario.

En la árida travesía de Chacance á Cobija no hay agua y no se ha buscado tampoco.

2.—Lo mismo tiene lugar hácia el sur entre Chacance y Calama hasta dar con la vaguada del Salar del Cármen en Limón Verde y Sierra Gorda, donde, con motivo del descubrimiento de Caracoles se abrió el *Pozo de la Victoria*, que dió agua abundante pero salobre á los 45 metros de profundidad.

Dista este pozo 13 kilómetros al oriente de Sierra Gorda y su situación corresponde á infiltraciones que bajan del cerro de Limón Verde.

3.—En el mismo cauce ó vaguada que sigue la línea del ferrocarril desde Sierra Gorda, asi como más abajo en Pampa Alta, Salinas y todo su curso hasta el mar, el agua salobre se encuentra á diversas profundidades y donde quiera, sirviendo para la industria y adaptándola para la bebida por medio de la destilación ó de la evaporación solar.

4.—*Agua de los Ratones.*—En la falda SE. del cerro de Limón Verde, camino de Caracoles á Calama. Se conoce también con el nombre de *Aguadas Saladas*, en razón de su mala calidad que sólo las hace utilizables para los animales.

5.—*Aguadas de Caracoles.*—En las minas *Descubridoras* y otras de este distrito de minas, filtra agua en abundancia a profundidad considerable, no de buena clase pero que presta grandes servicios para las operaciones metalúrjicas. Un juego de bombas y una cañería la llevan hasta la mina «Deseada» donde se benefician minerales por el sistema de amalgamación. Así mismo en la Isla, la mina «Exilda» suministra agua para otro establecimiento metalúrgico.

6.—*Manantiales de Aguas Blancas.*—En el largo y árido trecho de desierto que corre por el valle central desde la vaguada de Salinas al norte hasta la de Taltal al sur y como en la medianía de esta estensión, existen varios pozos naturales de excelente agua dulce.

Yace el agua tranquila, fresca y trasparente al nivel de la boca de los pozos cuyo diámetro varía desde 0.40 centímetros hasta 1 metro, por una profnndidad insondable uno de ellos perteneciendo á la clase de manantiales ó fuentes llamadas *behurs* en los desiertos africanos.

No se ha conocido disminución en el nivel del agua durante el uso que de ella se ha hecho, pero á pesar de esto, las especulaciones en salitres no han tenido allí considerable desarrollo por incertidumbre respecto del orígen de esas aguas y la dificultad de averiguar si esos pozos tan providencialmente colocados allí serían inagotables sometiéndolos á una estracción contínua por medio bombas.

Es probable esto último porque á cierta profundidad, en las inmediaciones, se encuentra una abundante capa de agua de la misma naturaleza.

7.—*Pique Barazarte;* al SO. de los anteriores pozos naturales de Aguas Blancas, un pique de noria perforado en propiedad salitrera del mismo distrito, aunque en vaguada de otro orígen, ha dado á los 14 metros de hondura en agua excelente y abundantísima.

Parece que esta agua no correspondiera en su curso subterráneo á los surcos esteriores de las aguas aluviales sino á otro orígen que se relaciona con los *behurs* de Aguas Blancas.

Siguiendo esta misma vaguada hácia abajo, en su curso al mar por la quebrada de la Negra hasta Antofagasta, los piques perforados no han alcanzado aquí ó la han alcanzado salada, no potable.

Así, en la confluencia de la vaguada anterior que tiene su remoto orígen en las Serranías de Cachinal, Profeta, Providencia, etc., con la que baja directamente de Aguas Blancas, el llamado pique Moreno ó Pique Seco no ha alcanzado agua á los 50 metros, pero más abajo, siguiendo ambas quebradas reunidas hacia la Negra, como á 2 kilómetros al S. de esta aguada, se ha dado en agua salobre por medio de un pique de 40 metros de profundidad, llamado el *Pique Salado.*

8.—*Aguas de Cachinal de la Sierra.*—En este distrito minero que mantiene una población activa y numerosa, luego después de formada la sociedad anónima que lleva el título «Arturo Prat,» fué necesario apelar á las aguadas inmediatas de cordillera y conducir el agua al pueblo y á las minas por medio de costosas cañerías que se estienden hasta 40 kilómetros de largo. Pero posteriormente, la mina «Arturo Prat» dió en profundidad agua potable y en abundancia para lo doméstico como también para las operaciones industriales haciendo innecesaria el agua de las cañerías.

9.—En la continuación del desierto central hasta Taltal el agua vuelve á encontrarse buena y abundante en los cauces que corren de oriente á poniente naciendo en los cordones longitudinales de muy mediana importancia por su altura y estensión que corren por esos meridianos y que desaguan en el mar por medio de la quebrada de Santa Luisa y Escaleras á la caleta de Cascabeles.

Esta feliz circunstancia ha permitido el fácil y gran desarrollo de las esplotaciones salitreras en esa región, resultando agua potable y abundante en cuantos piques han sido perforados, como el llamado *Pique 8.*

Además, vegas naturales en *Perrito Muerto* y *Escaleritas*, favorecen con agua abundante á aquellas localidades.

10.—Entrando á la vaguada de Taltal que recoge el gran sistema hidrográfico que baja directamente de los flancos de la Cordillera Domeyko desde el macizo de los Sapos hasta el del Chaco, el agua

surge en cuanto pozo ha sido perforado, favoreciendo también esta circunstancia, el desarrollo de la industria salitrera.

Así las oficinas «Lautaro,» «Catalina del Norte,» «Los Amigos,» «Germania,» «Catalina del Sur,» etc., etc., todas hacen su considerable consumo de agua estrayéndola de sendos piques que la dan abundante y buena.

11.—*«Agua del Milagro»*.—Manantial con vegas situado á inmediaciones de la estación de Refresco, al NO.

12.—*La Verde.*—Vegas abundantes en la estación del mismo nombre.

13.—*La Aguada;* con este nombre son conocidos los abundantes manantiales que dieron lugar á la fundación del importante establecimiento metalúrgico llamado Máquina Beneficiadora de la Aguada de Cachinal y que posteriormente fué asiento de numerosa población con motivo de la bonanza de las minas de oro del Guanaco.

14.—*Agua Escondida ó de las Pailas;* al pié sur del cerro de las Pailas, en situación opuesta respecto de esta montaña, de la Aguada. Es agua de vertiente, buena, sin vega.

15.—*Vegas del Chaco;* aun cuando tienen su orígen en las cordilleras, las catalogamos aquí porque su estensión hácia abajo alcanza á favorecer á los viajeros del desierto central.

16.—*Vegas de Incaguasi;* en el mismo caso de las anteriores, sirven de recurso en la travesía por el costado oriental del desierto entre el Juncal y Chaco.

17.—*Aguada de Mantos Blancos;* en el camino de Taltal á Esmeralda se encuentra frente al cerro de Cifunchos agua buena á dos ó tres metros de hondura.

18.—*Pique de Hidalgo;* en la posada del mismo nombre, cerca de Cifunchos, buena agua de Pique.

19.—*Agua de la Isla;* en el camino de Taltal á Esmeralda por la travesía del cerro del Difunto á 2 kilómetros al sur del cerrito de «La Isla,» hay aguada regular de que hacen uso sólo los mineros de esas inmediaciones.

20.—*Refresco Seco.*—En el camino que conduce á las minas y establecimiento metalúrgico del Juncal y la Esploradora, comunicando estos importantes centros mineros con el ferrocarril y puerto de Tal-

tal, en el centro de la travesía sin agua que media entre el pique de la Catalina del Sur y las vegas del Juncal, se ha procurado perforar un pozo que se hace allí de gran necesidad. Solo en proyecto lo citamos para llamar la atención y apresurar su realidad, siendo incuestionable que el agua surgirá allí á más ó menos hondura.

21.—*Vegas del Juncal.*—Tributarías de la quebrada que desemboca en el puerto de Pan de Azucar, sus manantiales se reproducen en su curso hasta cerca del mar donde ya lo hemos citado. Las leñas abundan en toda esta región.

22.—*Agua de la Pólvora;* utilísima para los cateadores de esa región vecina al Juncal, está en la quebrada del Juncal, hacia abajo del agua del mismo nombre y al pié sur del cerro de la Pólvora.

23.—*La Brea;* aguada y vegas en la misma quebrada del Juncal, Sirve para las minas «Altamira,» «Cinco de Marzo,» «Colmo» y otras.

24.—*Las Bombas;* desde la anterior aguada de la Brea sigue el largo trayecto seco de la quebrada de Pan de Azúcar hasta el establecimiento de concentración de metales situado en las abundantes vegas de aquel nombre.

25.—*Pique de Aguas Dulces;* en la travesía de Bombas y Carrizalillo al puerto de Chañaral, como también de los distritos de Cerro Negro y la Florida al mismo puerto, en el fondo de la quebrada que baja á desembocar en la del Salado, se ha encontrado á los pocos metros de hondura agua potable que ofrece el único recurso aprovechable y salvador en esa región poblada de importantes minas.

26.—*Agua de la Cruz;* en el cauce de la gran quebrada que baja de la estancia de cordillera llamada La Encantada, estando estas vegas en situación muy favorable para el desarrollo de numerosas minas y para los viajeros que se internan en las cordilleras en dirección á Bolivia y República Argentina. Son muy abundantes las vegas en buena agua, con pastos y leñas.

27.—*Agua del Carrizo;* mas abajo de la Cruz, en el mismo cauce, y último surgimiento de agua en esa profunda quebrada que mas abajo se reune á la del Juncal. El camino del Inca cruza por esta pequeña vega.

Punto también de alojamiento en el *camino de los toros;* hay pozos que á pocos metros dan agua potable en grande abundancia. Esta es la quebrada de San Agustín, que baja de las faldas del Chivato y Merceditas y desemboca en la quebrada Flamenco.

48.—*Agua de la Verde;* la mina de cobre de este nombre, situada unos 6 kilómetros al E. siguiendo el camino de los ingleses á Tres Puntas, de agua buena que es un gran recurso para numerosas minas inmediatas.

49.—*Pique de Reyes Martinez;* entre Chimbero y Tres Puntas, camino á la Finca, agua potable, algo escasa.

50.—*Pique de la Buena Esperanza;* digno premio à la perseverancia en el trabajo fué el de haber alcanzado agua esquisita en este pozo. Empezado con timidez en plena llanura del desierto de Varas, á diez kilómetros de distancia al oriente del Chimbero y con el objeto de buscar el indispensable elemento de vida para una numerosa población, fué abandonado á los 50 metros para volver después de cierto tiempo á recomenzar su perforación hasta los 100 metros sin haber dado con el menor indicio de agua. Pero el cascajo del terreno indicaba una sucesión regular de depósitos lacustres, y mediante un contrato fué convenida la perforación de 100 metros más que todavía no resolvieron la cuestion, pero continuaron en la certidumbre de que el agua existía más abajo.

Fué cuestión de 20 metros más para obtener un manantial fecundo en bienes é inagotable en producción.

Los sobrantes de una estracción bastante para dos mil almas y para las necesidades industriales de las minas dan todavía agua para un cultivo de hortalíza que constituya lo que en el desierto se llama *Finca de la Buena Esperanza,* verdadero oasis artificial.

51.—*Pozo de Ñanjarí;* siempre en el mismo llano de Varas, en su estremidad austral existe un pozo así llamado y otros que el establecimiento de máquinas de amalgamación de oro para las minas de Cachiyuyo ha hecho necesarios, obteniéndose en todos los casos á 30 y 40 metros de hondura, agua inmejorable y abundante.

52.—*Vegas de Puquios;* en el desaguadero del antiguo lago que ocupaba la cuenca que hoy se llama llano de Varas, en la especie de embudo por donde el agua se precipitó en rápido torrente al través

39.—*Finca de Chañaral;* otro oasis del desierto como Pueblo Hundido; súrgen vertientes abundantes del fondo de la quebrada de Chañaral, donde estrechándose sus paredes abruptas y rocallosas producen un pequeño salto, condición general en las vegas de esta naturaleza. El agua se represa en estanques y su caudal alcanza para cultivar algunos potreros y arboledas que dan los más esquisitos frutos. Otras vegas de mas adentro por la misma quebrada, las consideramos ya como en región de cordillera.

40.—*Agua de Chañarcitos;* bajando quebrada abajo de la Finca, hasta enfrentar á Pueblo Hundido por el sur y en la márgen izquierda de la misma quebrada de Chañaral, se encuentran manantiales de buena agua que surge en las mismas condiciones de la de Pueblo Hundido pero no tan abundantes; sin embargo, un importante establecimientos de amalgamación de oro ha funcionado allí sin que el agua haya faltado para sus operaciones.

41.—*Agua del Pimiento;* inmediata á la anterior y de igual calidad.

42.—*Piques de Inca;* en el importante distrito de minas de oro del Inca, al norte y cerro de por medio con Tres Puntas, el agua se alcanza abundante y buena, desde los 4 hasta más metros de hondura en cantidad que sirve para los establecimientos de amalgamación que allí se han fundado.

43.—*Agua de Villanueva;* como los piques del Inca, en plena llanura, se encuentra agua potable á 4 metros de hondura, camino de Tres Punta á Finca.

44.—*Agua de San Pedro;* en la famosa mina de cobre de este nombre se alcanzó agua que servia para el consumo doméstico y alcanzaba para las máquinas y demás necesidades de la mina.

45.—*Agua de la Salitrosa;* en la vaguada que baja de Tres Puntas á Flamenco, por donde va el *camino de los toros*, de Copiapó á Chañaral y sirve de refresco á los arrieros; piques de poca hondura y agua buena y abundante.

46.—*Agua de San Juan;* un poco más arriba de la anterior, en la falda del cerro del mismo nombre.

47.—*Pique de Guamanga;* en el centro de un gran tráfico de viajeros y arrieros entre Chañaral y las numerosas minas inmediatas.

Punto también de alojamiento en el *camino de los toros;* hay pozos que á pocos metros dan agua potable en grande abundancia. Esta es la quebrada de San Agustín, que baja de las faldas del Chivato y Merceditas y desemboca en la quebrada Flamenco.

48.—*Agua de la Verde;* la mina de cobre de este nombre, situada unos 6 kilómetros al E. siguiendo el camino de los ingleses á Tres Puntas, de agua buena que es un gran recurso para numerosas minas inmediatas.

49.—*Pique de Reyes Martinez;* entre Chimbero y Tres Puntas, camino á la Finca, agua potable, algo escasa.

50.—*Pique de la Buena Esperanza;* digno premio à la perseverancia en el trabajo fué el de haber alcanzado agua esquisita en este pozo. Empezado con timidez en plena llanura del desierto de Varas, á diez kilómetros de distancia al oriente del Chimbero y con el objeto de buscar el indispensable elemento de vida para una numerosa población, fué abandonado á los 50 metros para volver después de cierto tiempo á recomenzar su perforación hasta los 100 metros sin haber dado con el menor indicio de agua. Pero el cascajo del terreno indicaba una sucesión regular de depósitos lacustres, y mediante un contrato fué convenida la perforación de 100 metros más que todavía no resolvieron la cuestion, pero continuaron en la certidumbre de que el agua existía más abajo.

Fué cuestión de 20 metros más para obtener un manantial fecundo en bienes é inagotable en producción.

Los sobrantes de una estracción bastante para dos mil almas y para las necesidades industriales de las minas dan todavía agua para un cultivo de hortalíza que constituya lo que en el desierto se llama *Finca de la Buena Esperanza,* verdadero oasis artificial.

51.—*Pozo de Ñanjarí;* siempre en el mismo llano de Varas, en su estremidad austral existe un pozo así llamado y otros que el establecimiento de máquinas de amalgamación de oro para las minas de Cachiyuyo ha hecho necesarios, obteniéndose en todos los casos á 30 y 40 metros de hondura, agua inmejorable y abundante.

52.—*Vegas de Puquios;* en el desaguadero del antiguo lago que ocupaba la cuenca que hoy se llama llano de Varas, en la especie de embudo por donde el agua se precipitó en rápido torrente al través

de una grieta para vaciarse en la quebrada de Paipote, hay vegas de relativa extensión que han prestado los más valiosos servicios á las industrias mineras y metalúrgicas, dando lugar á la importante máquina de Puquios.

53.—*Vegas de la Ternera*; entrando por la quebrada del Sauce en la de Paipote, hasta las faldas del gran macizo de la Ternera se encuentran vegas abundantes. Hay algunas pequeñas aguadas en otros puntos de esta extensa sierra.

54.—*Agua de los Pajaritos;* en el angosto cajón abierto en el cerro de Cachiyuyo entre el llano de la mina Ema y el mineral de oro de Cachiyuyo, existe una vertiente en dura roca, muy frecuentada por las avecitas del desierto y sucia á causa del abandono.

55.—*Agua de Cachiyuyo;* en el mismo cerro, en una de las quebradas detras de la mina Diana.

56.—*Aguada de Llampos;* en la fragosa quebrada de este nombre, los piques dan buena agua y mantenían la antigua posada que con motivo del tráfico á Tres Punta era muy frecuentada antes de construído el ferrocarril de Puquios.

57.—*Agua de la Verde;* en la mina de cobre de este nombre, á pocos kilómetros al NO. de la anterior posada de Llampos, hay buena agua que alcanza para el lavado de minerales en maritatas.

58.—*Agua de la Medanosa;* al pié del portezuelo del Inca, camino de Llampos a Cachiyuyo.

59.—*Agua de la Dulcinea;* al pie de la sierra de Puquios donde existe la gran mina de aquel nombre.

60.—*Agua de Chulo;* al oeste de la estación del mismo nombre en el ferrocarril de Paipote á Puquios; agua de pique muy abundante y muy frecuentada todavía por los mineros y conductores de carretas y que antiguamente servia con exceso á las necesidades del activo tráfico á Tres Puntas.

61.—*Aguada de Galleguillos;* camino del Chulo al oeste, en el cerro de aquel nombre, á 2 kilómetros al O del portezuelo, en caídas á quebrada del Corralillo, se encuentra la referida aguada, vertiente en roca, muy bien situada para las minas de cobre de esas inmediaciones.

62.—*Aguada del Morado;* en la vertiente sur del cordón del mismo nombre, en el fondo de una quebraquita distante 2 kilómetros al NE de las minas del mismo nombre.

63.—*Quebrada del Potrero;* separada esta quebrada de la del Morado por el cordón del mismo nombre, corre hacia la costa, y en su trayecto lo mismo que en aquella, el agua se encuentra natural o en pozos comunes en numerosos puntos como ya quedó expresado al enumerar las aguadas de la costa.

64.—*Agua del Potrillo;* en las serranías que se levantan al sur de la Ternera y en la vertiente izquierda de la quebrada de Paipote, abundan las aguadas naturales y de pozo. La del Potrillo, al pie del característico cerro de este nombre es muy buena y abundan las inmediaciones en pasto y leñas.

65.—*Aguada de Pérez;* en la quebrada de Garín, antes de llegar á la mina Chiquitita, así como en otras localidades inmediatas, el agua potable se encuentra de muy buena clase, abundando á veces la leña.

66.—*Aguada de Sandón;* al sur de Garín Viejo, en la márgen izquierda de la quebrada del Romero, en una pequeña quebrada, corre agua esquisita en medio de arbustos y de una vegetación lozana.

67.—*Agua del Zapallo;* más adentro de Sandón, es una entre tantas otras de las que manan en esa región cubierta de altas montañas.

68.—*Finca de Martínez;* verdadero vergel con abundantes arboledas y cultivos en una quebrada también tributaria de la del Romero.

---

El alto cerro del Checo, que se levanta entre el río Copiapó y la profunda quebrada del Romero, que tiene sus numerosas ramificaciones en los faldeos occidentales de la ante-cordillera Domeyko, es orígen de numerosas filtraciones que salen á luz en diversos puntos de su extenso contorno y sería fatigoso enumerarlas todas, siendo, por otra parte, de poco interés, por cuanto el desierto, geográficamente como bajo el punto de vista de los recursos industriales, termina en las inmediaciones del fértil y bien cultivado valle de Copiapó.

Así mismo, por el lado del oeste, en las vertientes occidentales del cordón de Chanchoquín á Ustaris, que arranca en la ciudad de

Copiapó, no escasean pequeños manantiales que dan facilidades al trabajo de minas de cobre situadas en esos parajes donde la aglomeración de las arenas de la costa dificulta el tráfico fatigando excesivamente los animales.

Desde los cordones que bordean el valle de Copiapó por su márgen izquierda principia nuevamente el árido desierto, en cuya región inmediata á la costa, desierta de montañas notables y apenas poblada de serranías aisladas, la falta de tráfico y ausencia de minas de importancia no ha dado lugar a perforaciones del suelo en busca de agua. En cuanto á la región central, la mayor necesidad de encontrarla ha dado lugar á su descubrimiento en los puntos en que ha sido necesaria.

---

69.—*Aguada de ña Justa;* en el antiguo camino de la travesía de Copiapó á Chañarcillo, en pozos cavados hasta 6 metros de hondura en la llanura que se extiende al oeste de la Sierra de Fritis ó Guías, el agua regularmente potable servía para mantener majadas y bien provista posada para los viajeros.

70.—*Agua del Chanchero;* por las inmediaciones de la anterior, al NE, entre el extremo N de la Sierra de Fritis y los faldeos del cordón del valle frente á Nantoco.

71.—*Agua de Castillo;* en plena travesía, al extremo sur de la misma Sierra de Fritis, vierte de la roca y entre las arenas viajeras de esa región, agua de buena clase que los mineros procuran tener siempre abierta.

72.—*Piques del Sacramento;* volviendo á las inmediaciones del valle, en las quebradas que conducen á los antiguos asientos de minas de plata del Sacramento, Frailes y otros, el agua de piques es abundante en muchos puntos.

73.—*Agua de las Cañas;* al NE del Sacramento en la falda oeste de las empinadas y ásperas sierras que bordean el río de Copiapó haciendo difícil el acarreo del agua hasta las minas de esas alturas, está la aguada de ese nombre y otras más en las inmediaciones.

74.—*Agua del Molle Bajo;* en la quebrada que del portezuelo del Molle Alto baja á Juan Godoy y por donde corre la línea del ferrocarril.

75.—*Agua de Los Perros;* en el antiguo camino de Pabellón á Chañarcillo, al pie de la cuesta, el agua es buena y abundante en vertientes que nacen en el fondo de un cauce seco.

76.—*Agua de Urbina;* en el ancho cauce socavado por los torrentes antiguos que bajaban de los cerros que corren al SE de Chañarcillo, están las grandes aguadas de que se ha alimentado la numerosa población que ha sustentado aquel opulento cerro.

77.—*Agua del Ciego;* pozo frente al Establecimiento de Bandurrias, tan útil como otros inmediatos al pueblo, abiertos en la misma vaguada, como en Pajonales, etc.

78.—*Agua de don Juan;* en la Sierra de Chicharras detrás de Jesús María frente á la mina Restauradora hay una aguada escasa y no muy buena al pie de las minas así llamadas. La misma mina Restauradora también tiene agua.

79.—*Agua de los Pajaritos;* al pie del cerro aislado frente á Estación del Algarrobo.

80.—*Pozo de milla 15;* á los 60 metros de hondura, al traves de toda la capa aluvial de la travesía, en fondo de roca, se encontró agua inagotable y esquisita, circunstancia que se repetiría indudablemente en numerosos puntos de esa travesía que en otros tiempos no se aventuraban á recorrer los viajeros sino con muchas precauciones para no perecer de sed.

Desde aquí hasta el valle del Guasco, á lo largo de llanuras hermosísimas para el cultivo, ninguna necesidad imperiosa ha estimulado ha emprender trabajos para alumbrar aguas, ni la especulación se ha preocupado de estudiar tan interesante materia.

81.—*Agua de la Noria;* al E del Totoral, en la vaguada del Boquerón.

82.—*Vegas del Totoral;* abundantes y extensas, son filtraciones de la hoya de Yerbas Buenas que le entra por el Boquerón, y de Pajonales y Chañarcillo que se junta a aquella en la Noria. Hay bastante vegetación natural y cultivo de alguna importancia.

83.—*Agua de Chorrillos, Perales y Canto del Agua y Zanjon;* todos estos puntos de la quebrada de Carrizal, arriba del Establecimiento de Chañarcitos, abundan en vegetación herbacea natural y lozanos

cultivos que son el recreo de los industriosos pobladores de aquel distrito minero.

84.—*Agua del Marañón;* en la punta del cerro del mismo nombre que mira al fértil valle de Guasco, posada obligada de viajeros entre Carrizal y Vallenar.

### 3.—Aguadas de cordillera

1.—*Río Salado.*—Principiando por la región del Loa, el sistema hidrográfico que corresponde á estos estudios tiene por límite el río Salado desde su orígen en las faldas de la real cordillera de los Andes por donde las cumbres llevan el nombre de Tatio, entre los picos culminantes de Vizcachillas y Linzor, hasta el punto de confluencia cerca de Chiuchiu.

Como su nombre lo indica, las aguas son saladas, contienen materias incrustantes que dañan á la vejetación y su sabor es insoportable.

Semejantes propiedades derivan del orígen mineral y termal de las fuentes de donde nace el río; verdaderos *geysers* ó volcanes de agua hirviente, en partes saturada de hidrógeno sulfurado y nacientes en un lecho de fango nauseabundo.

Se ha tratado de desviar este brazo del río para librar de su contagio á las aguas que arrastra el otro brazo, el Loa, pero la obra no ha sido estudiada bajo el punto de vista económico ni técnico.

2.—*Vegas de Aiquina.*—En el lugarejo de este nombre, habitado por indígenas bolivianos, hay vegas de cierta importancia de donde vierte agua potable que desagua, á poco trecho en el Salado.

3.—*Río Caspana.*—Como á media carrera entre su orígen y su confluencia con el Loa, recibe el Salado el tributo de las aguas dulces y cristalinas del pequeño río de Caspana que le entra por la ribera izquierda malgastando sus útiles aguas en el caudal impuro del río madre.

4.—*Agua de la Teca.*—Siguiendo los faldeos de la sierra de Barros Arana que bordea la altiplanicie atacameña hasta el Quimal, se en el camino que conduce de Calama á San Pedro de Atacama, se encuentra una buena aguada que es un recurso salvador en esta estensa travesía arenosa y estéril.

5.—*Aguas Dulces.*—Al pié del mismo cordón de serranías, á 20 kilómetros al E. de Caracoles, esas abundantes aguadas de pique suministraron á la numerosa población de aquel distrito minero, toda el agua potable necesaria.

6.—*Aguada de San Guillermo.*—En un parage bastante escondido entre contrafuertes de la cordillera de Imilac que juntan con las de Pascua. En parages á donde, en una grande estensión del desierto que corre al pié de las cordilleras, no existe agua y ménos se ha buscado, siendo esto lo que hace penosa ó imposible la exploración de esas regiones que median entre Caracoles y Cachinal.

La perforación de pozos de aguada por alli es una de las más grandes necesidades á que el gobierno de la nación debe atender para proteger la vida de los viageros, el éxito de las exploraciones y de la industria minera.

7.—*Agua de la Providencia.*—En la sierra de ese nombre, al sur y muy escondida, pero al alcance de los viajeros y mineros de las inmediaciones.

8.—*Agua del Loro;* al pié de la cordillera y frente á la sierra del Profeta; es la aguada que aprovechan como mejor y más inmediata los mineros de Providencia y Profeta.

9.—*Agua de la Cebada;* un pequeño ojo de agua muy buena, presta grandes servicios en las travesías de Cachinal á las cordilleras, estando situado al pié de la cumbre del cordón de Sierra Aspera, vertiente del oeste.

10.—*Agua de Gómez;* á media falda de la cordillera Domeyko, al E. del cerro del Profeta. Esta aguada y las del Loro son las últimas que el viagero que va del sur al norte puede aprovechar en la travesía hasta Caracoles, siguiendo por la falda de las cordilleras.

Son 30 leguas sin agua si no se da con la de San Guillermo ó se toma por sobre la cordillera para ir por Imilac ó por las vegas del Cenizal.

11.—*Agua y vegas de Varas;* al pié de la cordillera en el cerro que lleva ese mismo nombre. Dista 40 kilómetros al NE. de Cachinal y desde allí se ha llevado á lo largo de esa distancia la cañería que conduce sus aguas hasta la mina Arturo Prat.

12.—*Vegas de Punta del Viento;* cerca de las anteriores, al sur.

13.—*Agua de Monigotes;* todavia más al sur, en los mismos faldeos de la cordillera, siendo una entre varias otras que hay por entre aquellos pliegues del cerro de los Sapos.

14.—*Agua de las Mulas;* por las mismas inmediaciones, con vegas abundantes.

15.—*Agua de Varitas;* ojos de agua, puquios, que hay á la entrada de la quebrada de este nombre.

16.—*Vegas de Pastos Largos;* siguiendo la anterior quebrada alguna distancia más adentro hay vegas de alguna importancia.

17.—*Vegas de los Sapos;* siempre girando al pié de la montaña de este nombre, al SO. de su altura culminante, están las vegas del mismo nombre. Estas vegas han sido objeto de una importante expeculación para arrancar de ellas una cañería que lleva el agua á distancia de 30 kilómetros abajo, hasta el Guanaco y aun hasta las oficinas salitreras de Catalina del Norte.

18.—*Vegas de Sandon;* por el pié del cerro de este nombre.

19.—*Vegas de Vaquillas;* en la quebrada que conduce por el portezuelo de ese nombre hasta Río Frio, sobre la altiplanicie, hay abundantes y lozanas vegas.

20.—*Vegas del Chaco;* desde la vertiente occidental de esta alta montaña se desprenden quebradas donde las vegas recorren considerable estensión hácia abajo y con mucha agua corriente y pastos.

21.—*Vegas de Incaguasi;* vienen en seguida, al sur, las vegas que corren á inmediaciones de las minas de la Ceniza, Santa Ana y otras que gozan de su útil proximidad, muy pastosas.

22.—*Vegas del Juncal;* ocupan una larga estensión, desde el pié del Chaco, con cortas interrupciones, reproduciéndose en numerosos puntos en condiciones de favorecer el establecimiento de hornos de fundicion para los minerales del Juncal, Exploradora y demás centros importantes de producción minera que por allí abundan. Llegan los beneficios de las aguas de esta grande y profunda cañada abierta á cien y más metros debajo del nivel de la llanura longitudinal del desierto, hasta La Brea, que ya pertenece á la región central.

23.—*Vegas de la Encantada;* la estensión que las aguas recorren en las quebradas que bajan del cordón de cordillera que media entre las cumbres del Bolsón y Doña Inés, y las abundantes y verdes praderas que forman, han llegado á formar allí puntos donde el ganado menor se cria en excelentes condiciones. Desde las inmediaciones de la cordillera las vegas se reproducen en *La Cruz* y *El Carrizo,* ya nombrada en la región central.

24.—*Vegas de Acerillos, Vicuña* y *Doña Inés Chica;* de las inmediaciones al norte y de las faldas mismas del esbelto cerro de Doña Inés, se desprenden las ramificaciones de otro sistema de esos profundos surcos que zanjean el desierto trasversalmente, tan molestos para el tráfico pero tan benéficos por los recursos de agua, pasto y combustible que ofrecen á la industria naciente de esas importantes regiones.

En Acerillos y Doña Inés Chica corren arroyos de límpida pureza sobre un lecho de granito y de arena que garantiza la pureza de sus aguas.

25.—*Agua Amarga;* camino al sur de doña Inés, se encuentra esta aguada que presta pocos servicios por su mala calidad.

26.—*Río Salado;* en el fondo de este otro profundo zanjon se reunen las filtraciones de las numerosas ramificaciones que á este cauce desembocan, desde las inmediaciones de Doña Inés, al norte, hasta el Cerro Bravo al sur.

En la cuenca hidrográfica de este río, dentro de las vertientes de Cordillera se cuentan las quebradas húmedas y pastosas, con abundantes arbustos que bajan de la cuesta de Pedernales, á cuyo pié está el agua de *Las Tablas.*

Por el lado del Cerro Bravo y caidas del cerro de Valientes corren las vegas de *Potrerillos* y más abajo la *Tola* y *Pasto Cerrado,* reuniéndose al cauce de éstas la quebrada de *Aguas Dulces,* también abundante en vegas y recursos desde su orígen en las faldas del gran macizo de Vicuña.

El *Agua Pelada,* así llamada por no haber más recurso que el agua en ella, abajo de la Tola y varias otras.

Estos cauces reunidos van á desembocar en el Salado en el camino real de cordillera que va á Doña Inés, donde las aguas, saturán-

dose de sal en los bancos de esta materia que contiene aquella gran quebrada, son aprovechables para beneficiarlas por sal común.

Más adentro de esta confluencia, á 20 kilómetros, sobre la barranca derecha está el agua del *Panul*, en las inmediaciones del andarivel construido para elevar las carretas por sobre el salto de la quebrada que allí impedía el tráfico á la cordillera y á las borateras de Pedernales; lugar abundante además en pastos y leñas.

El *Agua de San Juan*, también muy buena y frecuentada, está un poco más al NE.

27.—*Vegas de Chañaral Alto;* hé aquí otro sistema hidrográfico que se distribuye también en numerosas ramificaciones abundantes en alegres y utilísimas vegas. Provienen también sus nacimientos de las faldas de Valientes, vertiente oeste, y de las caídas de Vicuña que miran al sur.

Las vegas del Mostazal son las más extensas, y á estas caen las filtraciones de la quebrada del *Cajoncito*, corriendo despues en el cauce común de la quebrada de Chañaral hasta el punto en que se verifica *El Salto*, donde las vegas y las aguas asoman otra vez abundantes para ir á reaparecer más abajo en la famosa Finca de Chañaral que ya dejamos citada.

Pero ántes se le reune la quebrada del Pingo que lleva subterráneamente el tributo de las aguas del *Alto de Varas*, *Salto* y otras.

28.—*Quebrada de Paipote;* á 18 kilómetros, quebrada adentro de la estación de ferrocarril que termina en Puquios, se verifica la confluencia de dos grandes cuencas geográficas que llevan los nombres de *Quebrada de San Andres*, cuyos nacimientos arrancan entre las vertientes del SO. de Cerro Bravo y las del Ojo de Maricunga al sur; siendo *Quebrada de Maricunga* el nombre de la que corre por el otro extremo, desde el mismo Ojo de Maricunga que es orígen común hasta los faldeos de Tronquitos.

La quebrada de San Andres contiene las extensas y abundantes vegas de ese nombre donde se alimenta numeroso ganado y recibe como tributarias las aguas de infiltración que bajan al cauce principal desde Codocedo, Coipa, Toro, Cerro Bravo y otras quebradas.

La quebrada de Maricunga se forma con los nacimientos de la Quebrada Larga, la de Juntas, Hielo y muchas otras muy extensas

que corren á formar la série de vegas, estanques y aguadas que el minero y los arrieros aprovechan y utilizan con grandes frutos y facilidades para sus respectivas necesidades.

En órden descendente, desde la cordillera, las principales de ellas llevan los nombres de *Cachiyuyal*, *Pircas*, *Taptecitas*, *Pastillos*, *Pastos Grandes*, *Obispo*, *Bolo*, *Cebolla*, *Vega Redonda* y *Puerta de Paipote*.

29.—*Quebrada del Romero;* los nacimientos de las numerosas quebradas que concurren á formar la del Romero, á la que se reune la de Garín ya nombrada para desembocar reunidas en la quebrada de Paipote frente á la estacion de ese nombre, yacen en las vertientes occidentales de la potente sierra que forma la pared occidental del río de Figueroa, por donde se alza la cumbre llamada Salitrosa de San Miguel.

Á sus piés yacen las vegas del Salitral, de Monroy y de San Miguel, siguiendo la quebrada de este nombre hasta desembocar á la principal del Romero.

Por el lado opuesto entran numerosas ramificaciones que bajan de alturas que coronan las nieves durante una parte del año y contienen abundantes vegas como las de *Cepones*, *Duraznos*, *Cuevitas* y más abajo Sandon, ya citada.

30.—*Quebrada de Carrizalillo;* todavia se puede hacer mención de esta quebrada que baja de las prolongaciones del cordón anterior entre el cerro del Gato y el de Leones. Forma por un lado las Vegas del *Tolar* y en su cauce las de *Carrizalillito* y Carrizalillo, reuniéndose allí á la arteria madre la quebrada que baja de Serna, poblada de numerosas y muy pastosas vegas y otras más abajo hasta desembocar en el río de Copiapó, frente á la estación de Cerrillos.

---

Hemos llegado al río de Copiapó, pero encontrándonos aquí con corrientes de agua contínua y valles cultivados de importante producción agrícola se desvanece la idea del desierto con su esterilidad y sus privaciones.

La cuenca hidrográfica del río de Copiapó será objeto de la descripción especial que á su importancia propia corrponde.

Sigue al sur de Copiapó la hoya del Totoral, que en sus orígenes sobre la vertiente occidental del río de Manflas contiene numerosas aguadas de uso cómodo para los mineros, por lo inmediato, pero que la inmediación del río y del fértil valle no las hace de suprema necesidad para ser especialmente descritas.

También se reunen á la hoya del Totoral, por la quebrada del Boquerón, las ramificaciones y tronco principal del estenso sistema de la hoya de Cerro Blanco y del más importante aun de la Jarilla, cuyos nacimientos deslindan con los del río del Guasco.

La profusión de las vegas y aguadas como las del *Carrizo*, *Potrerillos*, *Peineta*, etc., en los afluentes que bajan á Yerba Buena, estación término del ferrocarril á Cerro Blánco y las de *Los Sapos* y *Cortadera*, al centro, y por fin las del *Alamito*, *Verraco*, *Higuerita*, *Cuevitas*, *Salitral*, *Cuñas* que algo más de simples aguadas del desierto pasan á ser pequeñas estancias en una región favorecida por lluvias de alguna consideración y frecuencia, hacen innecesaria su agrupación en el cuadro de las que, por su situación en plena avidez del desierto era conveniente citar una á una.

### 4—Aguadas de la altiplanicie.

No habría como catalogar las aguadas de la altiplanicie siguiendo líneas paralelas como hemos podido hacerlo en el desierto, enumerándolas más ó menos ordenadamente de norte á sur según los distritos y bien marcadas regiones de la costa marítima, valle central y faldas de cordillera.

La altiplanicie atacameña puede considerarse como dividida también, geográficamente, en dos regiones longitudinales determinadas por la cordillera real de los Andes, que la recorre por el centro, y las laterales, que forman sus bordes por el oeste, donde deslinda con el desierto de Atacama, y por el oriente, de donde se desprenden los valles argentinos y sus caídas al Atlántico.

Pero los contrafuertes y cordones laterales que se desprenden de unas y otras cordilleras ligándose entre sí y con otros cordones parciales que toman diferentes direcciones, forman una red de figuras poligonales que constituyen otras tantas cuencas hidrográficas cuya distribucion, por las diferencias en sus magnitudes respectivas y la

diversidad de sus figuras, no obedecen á paralelismos ni regla alguna de simetría.

En el lugar correspondiente, á la vez que el mapa del territorio, se dará la descripcion detallada de tan interesante región y entonces se verá la situación correspondiente á todas las aguadas, ríos y lagunas.

Por otra parte, al tratar de las vías de comunicación é itinerarios de caminos, será oportunidad de volver á tratar de las aguadas enumerándolas á medida que el viajero las encuentra. No importa por ahora catalogarlas sin método ni órden rigoroso, así como no importará prescindir de muchas localidades á donde el recurso del agua está inmediato á frecuentes y conocidos puntos donde las vegas y ríos se encuentran al paso y á la mano.

1.—*Río Atacama.*—Este río caudaloso baja desde las faldas del volcán Putana y recibe en su cuenca numerosos arroyos que hacen abundar el agua por doquiera en toda su extensión. Sus aguas, desde muy adentro hasta llegar al pueblo de Atacama, son salobres, pero potables y aptas para el cultivo de la tierra, dándose bien la alfalfa que mantiene numeroso ganado vacuno, el maiz y muchos árboles frutales y legumbres.

2.—*Río Vilama;* de aguas mucho mejores, buenas; viene también de la cordillera y cae al mismo pueblo de Atacama por su lado norte.

3.—*Aguada de Escaleras;* muy escasa y escondida, se encuentra en la travesía que media entre el Salar de Atacama y Caracoles, á poca distancia al sur del Bordo, distancia sin agua ni socorro alguno. Sería de suma importancia también esta aguada para las exploraciones de la árida región al sur y meseta hasta el Quimal. Está abandonada y cegada por ahora.

4.—*Vegas de Chagsa;* situadas en el cordón del mismo nombre al NO del volcán Licancaur. Dan nacimiento á un pequeño arroyo de muy buena agua en cuyas márgenes abunda la leña.

5.—*Toconao;* al SE de San Pedro de Atacama, arroyo que abre en terreno traquítico y arrastra un regular caudal de agua excelente; se cultivan como diez cuadras de terreno; se produce el trigo, maiz, alfalfa y muy buenas frutas: uvas, duraznos, membrillos, peras y brevas. Habrá 150 habitantes.

6.—*Vegas de Tambillos;* al O de Toconao, rodeado de vegas con buena agua; no hay leñas.

7.—*Pocos;* al sur de Toconao, vertiente de agua dulce, poca agua, sin leña ni pastos.

8.—*Río Aguas Blancas;* baja de los volcanes inmediatos, del Hécar especialmente y parece que sus aguas tuvieran un poco de alumbre, pero al paladar son buenas.

9.—*Vegas de Hécar;* al SE de Toconao, vegas cruzadas por un arroyo que arrastra regular caudal de agua que viene á perderse en el Salar de Atacama; agua de buena calidad; pasto y leña en abundancia.

10.—*Vegas de Caravajal;* al sur de Tambillos, en la orilla naciente del Salar de Atacama; hay vegas y leña; el agua es de mala calidad.

11.—*Sóncor;* al SE de Toconao, caserío con unos 20 habitantes, agua de buena clase, abundante leña y regular cantidad de pastos. Es un valle hondo con paredes medanosas.

12.—*Cámar;* al S de Toconao; arroyo que arrastra regular caudal de agua, un poco aluminosa, pero sirve para el cultivo de alfalfas y maiz.

13.—*Quelana;* al sur de Caravajal, un poco mejor agua que esta, poca vega y mucha leña.

14.—*Socaire;* al SE. de Sóncor, población de 56 habitantes, agua de muy buena clase, en esteritos; produce alfalfa y algunas verduras.

15.—*Peine;* al SO del anterior; aguas de buena clase; caserío de 80 habitantes; produce alfalfa, trigo y maiz. Hay chañares y algarrobos.

16.—*Tilomonte;* el sur de Quelana, orilla naciente del Salar de Atacama; arroyo pequeño cuyas aguas se emplean para cultivar poco más de dos cuadras de terreno; se produce alfalfa y maiz. El agua es de regular calidad para la bébida, y hay chañares y algarrobos corpulentos y pastos de cordillera en abundancia.

17.—*Tiloposo;* al O. del anterior, dentro del Salar de Atacama. El agua se produce en pozos naturales y de 4 á 6 metros cuadrados de superficie; tienen una temperatura de 35° centígrados; su calidad es regular.

18.—*Vegas de Socompa;* al S. de Tilomonte; esterito que al diri-

jirse al sur forma una pequeña laguna; agua de mui buena calidad; bastante pasto y leña.

19.—*Vegas de Samenta;* al SE. de Socompa; estero pequeño, agua de buena calidad, regular cantidad de pasto, bastante leña.

20.—*Vegas de Corí;* al S. de Samenta, bastante pasto y leña; agua de buena calidad.

21.—*Vegas de Cavi;* al SE. de Cori; agua de regular calidad y bastante pasto y leña.

22.—*Vegas de Peña Negra;* al S. de la anterior; leña y agua en abundancia; dan nacimiento al estero de Antofalla.

23.—*Vegas de Antofalla;* al SE. de Peña Negra; grandes vegas con buenos pastos, abundante leña y regular cantidad de agua de buena calidad; se cultiva una hectárea de terreno; se produce maiz y papas. Sus aguas se van á perder al salar de Antofalla.

24.—*Vegas de Onas;* al S. de Antofalla, en la orilla poniente del salar de este nombre; poco pasto, bastante leña; agua de buena calidad.

25.—*Vegas de Botijuelas;* al S. de la anterior en la orilla poniente del mismo salar, poco pasto, regular cantidad de leña; agua de regular calidad y cantidad.

26.—*Mojones;* cacerío situado al E. con pocos grados al S. de Botijuelas, en las caídas sur de los cerros de Mojones; se producen tunas, agua de buena clase, pasto y leña abundantes; río de 22 kilógramos de largo.

27.—*Antofagasta de la Sierra;* población de 60 á 70 habitantes. Hay un riachuelo con buen caudal de agua; es el mayor de los que se encuentran al naciente de la cordillera alta. Estensas y pastosas vegas capaces para la crianza de numeroso ganado, pastos de cordillera, con bastante leña. Se produce maiz, alfalfa y algunas verduras. Existen restos de extensos cultivos de una población que ha desaparecido. Las aguas se vacian en una grande y profunda laguna.

28.—*Umórchota;* al SE. de Socaire; vega pequeña, bastante leña y pajonal, agua escasa y de regular calidad.

29.—*Vegas de Incahuasi;* al S. del anterior y al extremo norte del salar de Arizaro; vega de abundante pasto, agua regular, leña muy poca.

30. *Vega de Chachas;* al E. de la anterior, vega pequeña, agua de buena calidad, leña abundante.

31.—*Vega de Olajaca;* al S. de la anterior; vega grande, con leña abundante, bastante pasto y buena agua.

32.—*Vega de Tolar Grande;* al S. de la anterior, en la orilla naciente del salar Arizaro; vega grande, bastante leña, agua regular de calidad.

33.—*Juncal;* al S. de la anterior, en la orilla naciente del salar de Arizaro; vega pequeña, con poca leña; agua de regular calidad.

34.—*Cortadera;* al S. de la anterior; arroyo pequeño con agua de muy buena calidad; pasto y leña en abundancia.

35.—*Río Negro;* al SE. de las Vegas de Hécar; esterito pequeño que forma una gran laguna; vegas pequeñas con poca leña, en la orilla poniente del salar de Río Negro.

36.—*Chamaca;* al SE. de la anterior; arroyo regular que va á desembocar al salar de Río Negro, agua de muy buena clase, bastante pasto, poca leña.

37.—*Perdices;* al SE. de la anterior; pequeñas lagunitas con agua de buena clase, bastante pajonal en sus orillas, mucha leña de varilla y pata de perdiz.

38.—*Losló;* al SE. de la anterior; arroyo grande que va á desembocar al salar del Rincón, corriendo al sur, vega grande con bastante leña y pasto.

39.—*Valle de Cátua;* al SE, de Losló; caserío de 25 habitantes; arroyo grande, bastante pasto y leña, crianza de cabras, llamas y ovejas.

40.—*Falda Cienega;* al E. del salar del Rincón; arroyito, poca vega, leña abundante.

41.—*Pocitas;* al pié del cerro de Pocitas y al N. del salar del mismo nombre, al SE. del salar del Rincón; varios pozos, vega, abundancia de leña.

42.—*Vegas de Quirón;* al SE. de la anterior y al E. del salar de Pocitas; vega grande, leña abundante, arroyo que se pierde antes de llegar al salar de Pocitas.

43.—*Macon;* al O. del salar de Pocitas, casi en frente de la anterior; vega con regular agua, bastante leña, poco pasto.

44.—*Ojo de Colorados;* en el camino que sigue al sur de Quirón y al SO. del salar Pozuelo; vega bastante, leña abundante, nacimiento de un estero que va al norte y se pierde antes de llegar al salar de Pocitas.

45.—*Tolar chico;* siguiendo al SO. de la anterior; poca vega, bastante leña.

46.—*Tolar Grande;* al S. de la anterior y al N. del salar de Ratones; vega pequeña, arroyo que va al O. á desembocar al Tolillar y dos ojos de agua.

47.—*Incaguasi;* en la orilla SO. del salar de Ratones; pozos, poca vega, un poco al sur del pueblo y lavaderos de oro de Incaguasi.

48.—*Hombre Muerto;* al E. de Incaguasi, orilla sur del salar de Ratones; veguita al pié norte del cerro del mismo nombre.

49.—*Carachapampa*; ojo de agua de buena calidad, en medio de las vegas de su mismo nombre, al S. de antofagasta de la Sierra, abundante eu pasto y leña a sus alrededores.

50.—*Cueros de Puruya;* al SO. de las anteriores; estero abundante en agma de buena calidad, poca leña.

51.—*Lagunillas;* veguita y leña, en la República Argentina, al S. de la de Carachapampa.

52.—*Peñón;* al E. de Carachapampa y SE. de Antofagasta de la Sierra; vegas y terrenos cultivados.

53.—*Aguas Calientes;* río que se une al Río de los Patos, que desemboca éste en el salar de Ratones, al E. de dicho salar.

54.—*Agua Caliente;* estero que corre hácia la Laguna Verde, al E. del volcán Licancaur.

55.—*Guaiyaques;* al E. del anterior.

56.—*Chajnantor;* al E. del anterior.

57.—*Zapaleri;* al E. de Chajnantor, vega de la que nace un arroyo que corre al sur á formar una laguna.

58.—*Rosario;* al NE. del Nevado de San Pedro y Cerro Lucho, vegas, río que corre hasta el salar de Caurchari.

59.—*Pairique chico;* al S. del Rosario á la orilla del río.

60.—*Pairique grande;* al S. del anterior, é inmediato al río Rosario.

61.—*Toro;* al SO. del anterior, cacer o, sin vega, leña abundante,

pajonales abundantes, arroyo que nace del cerro Lina, va á desembocar al río Rosario.

62.—*Olaroz grande;* al S. del anterior, veguita y leña, con arroyo que va al salar Caurchari.

63.—*Olaroz chico;* al S. del anterior, vega, leña y arroyo, lo mismo.

64.—*Tocomar;* al SE. del salar Caurchari, vegas, arroyo que desemboca en este salar.

65.—*Pastos Grandes;* al N. del salar de Pastos Grandes; cacerío, arroyo que no alcanza á desembocar en el salar; poca vega, mucha leña.

66.—*Pozuelos;* veguita con mucha leña, al extremo norte del salar de Pozuelos.

67.—*Agua caliente;* al NE. de Pastos Grandes.

68.—*Imilac;* al N. del salar de Puntas Negras, buena agua, con un poco de veguita y leña,

69.—*Puquios;* al O. de Imilac, buena agua de vertiente al pié de las minas abandonadas de Puquios; pasto de pajonal y leña á los alrededores.

70.—*Pajonales;* al SE. de Imilac y SO. de Puquios; hay veguitas, estero, leña en abundancia, posada con ovejas y cabras.

71.—*Choschas;* al E. de Pajonales, veguita y leña.

72.—*Agua Delgada;* al S. de la anterior; veguita y leña.

73.—*Zorras de Guanaqueros;* al O. de la anterior y N. del Cerro Chuculai; vega, estero y leña.

74.—*Zorras;* al O. de Guanaqueros y E. del salar de Puntas Negras; vega y estero.

75.—*Puntas Negras;* hay dos vertientes de agua mala en el salar del mismo nombre; poco pajonal y nada de leña.

76.—*Barrancas Blancas;* al SE. de Puntas Negras; sin pasto y poca leña.

77.—*Río Frio;* al S. del salar de Puntas Negras; estero con vega que va al salar. En el lado sur de un salar intermedio con el de Aguas Calientes y cerca del salar de la Isla, hay agua muy salada, de vertientes, sin leña ni pasto.

78.—*Agua caliente;* al NE. del salar de la Isla; en el extremo N.

de la laguna de Agua Caliente; hay vegas y leña. El agua nace de vertientes abundantes, que son termales, contiene sales en disolución, pero son potables. Despiden hidrogeno sulfurado.

79.—*Los Patos;* veguita al O. de la lagunita de los Patos, con leña, al NE. de Agua Caliente.

80.—*Potrero Grande;* al SO. del volcán Antofalla. Hay grandes vegas é inmensa cantidad de leña; atraviesa por allí un estero. Pueden invernar 200 á 300 bueyes; hay majadas de cabras y ovejas.

81.—*Quebrada Honda;* al O. de Potrero Grande; hay un esterito que se corta en dos ó tres partes, con ojitos de vega y leña.

82.—*Loroguasi;* en la orilla O. del salar de Antofalla; pajonal y mucha leña.

83.—*Cortaderita;* al E. de Loroguasi y del salar, esterito con veguita, leña y grandes cortaderas.

84.—*Colorados;* al E. de la anterior, estero sin salida como de 4 kilómetros de largo, con vegas y leña en abundancia.

85.—*El Diablo;* al SE. de Colorados; estero con veguita y leña.

86.—*La Falda;* al SE. de la anterior, cerca de Antofagasta de la Sierra, al NO., pasto y leña.

87.—*La Brea;* en el extremo sur del salar que hay al sur de Potrero Grande, agua con veguita y leña.

88.—*León Muerto;* al O. de La Brea y al SO. de Potrero Grande falla, esterito con veguita y leña.

89.—*Colorados;* al sur del anterior, estero con veguita y leña.

90.—*Laguna Brava;* al SO. de la anterior; agua salada, pero bebible en caso de necesidad; no hay pasto ni leña. En los alrededores hay pajonal y leña, pata de perdiz.

91.—*Corrales* (Juncalito); al SO. de Laguna Brava, en río Juncalito, con dos *pascanas*, corrales y nacimiento de Juncalito, con pasto y leña.

92.—*Leoncito;* al NO. de Corrales, con pasto y leña, estero, afluente de La Ola.

93.—*La Ola;* al NO. del anterior, estero con vega y leñas, que va á desembocar á la Laguna Pedernales.

94.—*Pedernales;* en el cordon de cerros un poco al sur del porte-

zuelo del mismo nombre, con leña y sin pasto. De aquí se surte la boratera de Pedernales.

95.—*Pastos Largos;* al sur de la Ola, en la quebrada de Pastos Largos que nace del pié sur de Cerro Bravo; vegas y leña.

96.—*Maricunga;* esta cuenca recibe por su orilla oriente el arroyo de los Colorados; por el SE. el río Lamas, y por el sur los derrames del Río Asta Buruaga en la Ciénaga Redonda y las de Pastillos, Pastillitos, Coipa y Santa Rosa.

97.—*Cuenca del Negro Francisco;* está es el vértice sur desde donde nace, al pié del Nevado de Jotabeche, la antiplanicie atacameña; le caen algunos arroyos de escaso caudal.

98.—*Laguna Verde;* de aguas enteramente saladas y amargas. Rodeada de profundos barrancos volcánicos, no ofrece auxilio alguno á los viajeros en la larga travesía de 20 leguas que media desde Río Lámas á las Vegas de San Francisco en territorio argentino.

### 5.—Aguas termales de la altiplanicie atacameña

Los nacimientos del río de San Pedro de Atacama que riega los campos cultivados de ese pueblo y sus inmediaciones, debe contener desde sus nacimientos en las faldas del volcan Machuca y del Putana, las materias minerales que abundan en esas cumbres, como los alumbres y otras sales.

Mas abajo, entre este río, que recorre un trayecto de 60 á 80 kilómetros, en los cañones ó profundas quebradas que forman las capas de arcillas coloradas impregnadas de sal gema que las aguas disuelven en gran cantidad, y al pasar por los mantos de barrilla de cobre reciben tambien un pequeño contigente de sales de ese metal.

No se conoce análisis de estas aguas. Lo daremos en otra ocasión.

Por el lado oriente del gran salar de Atacama desemboca el río de Aguas Blancas que baja de las faldas del volcan Láskar y otros que en sus crateres tienen grandes bancos de alumbre. Los naturales aseguran que estas aguas no han podido ser aplicadas a la agricultura porque *queman* las raices de las plantas.

Todos los ríos, en fin, que desaguan en sus respectivas cuencas de la altiplanicie son en su mayor número de composición mineral, pero

al mismo tiempo, puras y límpidas fuentes de agua potable abundan formando pequeños arroyos en las faldas de las montañas. Otras aunque frías, están fuertemente cargadas de sales diversas.

Hacer la enumeración de todas ellas sería entrar en una relación demasiado prolija y vaga en cuanto á su clacificación entre frías ó termales, dulces ó minerales. Solo apuntaremos aquellas que son visiblemente calientes.

La vista del mapa hidrográfico, por lo demás, lo indicará todo con presición y en sus detalles.

1.—En los nacimientos del río de *Aguas Calientes*, que desemboca en la Laguna Verde; situada esta última al pie oriente del pico llamado Licaucaur, hay unas vertientes de agua termales, solo tibias, sin desprendimientos de gases. Estos nacimientos se encuentran situados directamente al este y á 28 kilómetros de Licancaur, y á 60 kilómetros con el mismo rumbo, de San Pedro de Atacama.

Las aguas son un poco salobres, muy cargadas de sales de soda y potasa, al parecer, pero potables.

2.—A 20 kílómetros de estas últimas vertientes y con rumbo al este, en el río de *Guaiyaques*, hay unas pequeñas vertientes termales, cargadas de sales de fierro y con desprendimientos de gases sulfurosos, pero muy insignificantes.

3.—En el río *Rosario* que se desprende de los nevados de Coyaguaima, situada á 127 kilómetros al este del Licancaur, (cordillera real de los Andes) y á 5 kilómetros al sur del caserio del Rosario, asiento de los famosos lavaderos de oro del mismo nombre, hay unas abundantes vertientes de aguas termales cargadas de sales de fierro de sabor alcalíno, con desprendimientos de gases, de temperatura muy elevada que las mantiene termales en una extensión como de 4 kilómetros más abajo de sus nacimientos.

4.—En los nacimientos del estero de *Ojo Grande*, que se desprende de la falda norte del nevado del Diamante, en la línea chileno-argentino, al NE. de Antofagasta de la Sierra, hay unas vertientes de aguas termales que hacen elevar las del río de Aguas Calientes en una extensión de mas de 2 kilómetros hacía abajo, hasta su conjunción con el estero del Ojo Chico. Los dos esteros citados forman

el río de Aguas Calientes que se dirije al norte á desembocar al costado E. del salar de Ratones.

5.—Al sur de estas últimas vertientes, entre la junta de los esteros Ojo Grande y Ojo Chico y la laguna del Diamante y al pié oriente del nevado de Cancha Argolla ó Toconque, en un llanito, hay unas pequeñas vertientes de aguas termales, con desprendimiento de gas sulforoso, del género de las llamadas *salsas*, que apenas se levantan de la superficie del terreno. Estas afectan formas conicas en forma de crater en un terreno blando de limo finísimo arcílloso.

6.—A 15 kilómetro al NO. de Potrero Grande y á 22 kilómetros al O. del famoso lavadero del Volcan de Antofalla y en el lugar llamado del *Agua Caliente* hay unas vertientes termales de aguas más ó menos cargadas de sales, pero potables, que alimentan las vegas, estero y salar del mismo nombre. Estas vertientes son abundantes y su temperatura es considerable, pues apenas pueden ser soportadas por el hombre que pretende bañarse en ellas.

7.—En el río *Juncalito*, que va á desembocar al gran salar de Pedernales, y como á 5 kilómetros mas arriba del alojamiento de Corrales, hay dos pozos con aguas termales de alta temperatura con desprendimiento de gas hidrógeno sulfurado y con sedimento ferrujino, son muy propias para baños.

8.—A orilla poniente del largo salar de Antofalla y en el lugar llamado *Botijuelas* hay varios pozos de aguas un poco tibias, que alimentan las vegas del mismo nombre. Estas aguas son potables y no hay desprendimiento de gas.

9.—En el camino del salar de Incahuasí á Socaire y como á un tercio del total de la distancia entre estos puntos, del primero, hay un gran pozo de agua termal, llamado del *Agua Caliente*, de temperatura elevada y cargada de sales.

10.—En la punta S. E. del gran salar de Atacama hay grandes pozos de aguas tibias, llamados de *Tilopozo*, algo cargados de sales, pero potables, que alimentan las vegas del mismo nombre.

11.—Al pié occidental del volcan *Túzler*, contra la cordillera limítrofe con la República Argentina, camino de Susques á Chorrillos, corre un arroyo que en largo trecho de su curso se ve dibujado por

una blanca silueta de vapor acuoso. A sus orillas está el caserio de Castilla, de indios indígenas de la mas pura raza de los quichuas.

12.—Al pié del volcan Lastarria, cuyas columnas de vapor sulfuroso se divisan desde remota distancia en el desierto atacameño, yace una laguna profunda y sinuosa en sus contornos y de cuyos bordes se desprenden á borbotones ó tranquilamente, surgidores de agua caliente que no permiten jamas la congelación de la laguna en muchos metros de extensión á la redonda.

13.—*Baños termales de Puritama.* De San Pedro de Atacama al NE., á 31½ kilómetros de distancia, siguiendo por el río Vilama hastas sus nacimientos, hai *cinco fuentes* de aguas termales, que brotan del pié ó costado naciente del cajon abierto por dislocamiento de los cerros traquíticos, que se desprenden de los picos volcánicos vecinos, llamados de Puritama. En lengua cunza *puri*, agua; *tama*, caliente.

Estas fuentes, situadas a 3,950 metros sobre el nivel del mar, se hallan dispuestas, como sigue: 1.ª, poza grande de 5 metros de diámetro por uno de hondura, con aguas de 34½ grados de temperatura; 2.ª, vertiente inmediatamente al sur de la anterior, con aguas de la misma temperatura; 3.ª, vertiente situada á pocos metros al este de la anterior, con aguas de igual temperatura; 4.ª, vertiente situada en el costado naciente de la quebrada, como á un kilómetro al sur de la 1.ª, un poco mas abajo de la conjunción del arroyo formado por las vertientes anteriores y el arroyo helado de la quebrada del poniente, con aguas de 31 grado de temperatura; y 5.ª, poza grande de baños, como la 1.ª, en medio del riachuelo Puritama, un poco mas abajo de la conjunción citada i un poco al norte de la vertiente núm. 4. Las aguas de esta última poza son de 25 grados centígrados de temperatura solamente, talvez por no proceder de vertiente directa, sino del agua enfriada en un trayecto mas o menos largo y mezclada con las del arroyo helado.

Estas termas son muy visitadas por familias de Atacama, principalmente por los indios bolivianos que van á curarse de las sífilis, enfermedad muy comun entre ellos, de la que, segun fama, curan pronto ó sienten algun alivio inmediato. También sirven para los reumatismo crónicos, algunas enfermedades de la piel, del estó-

mago y del hígado, constribuyendo además, á la mejoria de los enfermos el clima, que es templado en verano. Muestras de estas aguas serán analizadas en oportunidad.

Las dos quebradas citadas, la de Puritama y la del arroyo helado, contienen bastante vegetación.

# LA LENGUA CUNZA

DE LOS

# NATURALES DE ATACAMA

POR FRANCISCO J. SAN ROMÁN

Dentro de la zona que actualmente lleva el nombre de Atacama, la raza aboríjene de ese suelo no ha ocupado de ella sino la corta extensión correspondiente á la cuenca hidrográfica que yace entre la cordillera real de los Andes donde se levanta como cumbre culminante el esbelto *Licancaur*, y la que corre como ante-cordillera de la misma á unos 47 minutos en longitud más al oeste, con su altura dominante en la cima del *Químal;* siendo por el norte el dorso anticlinal que la divide del río Salado, afluente del Loa, y por el sur más ó menos el paralelo del Púlar, los límites que la encierran por sus extremidades.

Se ha hablado la lengua *cunza* de los atacameños en el valle del Loa, pero es evidente que no era esta la lengua nativa de sus moradores sino más bien el aimará.

Así circunscrita, la extensión territorial ocupada por la raza cunza ó atacameña, parece corresponder estrictamente á los contornos naturales que determinan la hoya hidrográfica del gran salar de Atacama.

Y en efecto, del lado del Loa, ni la tradición, ni los nombres de lugares geográficos aseveran lo contrario, y en cuanto al extremo opuesto, desde el Llullaiyaco, *agua engañosa*, hasta Copayapu (Co-

piapó), *abundante en turquesas*, las etimologías del quichua confirman el hecho de no haberse extendido por allí la lengua de los naturales de Atacama.

Así mismo, salvando el límite occidental, la raza changa parece haber dominado exclusivamente hasta el oceano, y al oriente de los Andes, los naturales hablan hasta hoy el aimará ó el quichua, desconociendo en absoluto las voces del cunza.

D'Orbigny da cuenta de la existencia de una lengua extraña en el territorio de Atacama, pero ignorando su limitación geográfica la supone extendida hasta Tarapacá.

Tschudi fué el primero que dió algunas noticias sobre el idioma atacameño, debiéndose á él mismo la ingeniosa teoría de que estos indios forman los últimos restos de la poderosa nación que en siglos pasados habitó los valles de los Calchaquies. Y según el testimonio de Garcilazo, opusieron tenaz resistencia á los Incas conquistadores.

Un comerciante llamado Moore publicó un pequeño vocabulario de que tuvo conocimiento el Congreso de Americanistas.

Don Luis Darapsky, tan contraído á este género de estudios y á cuya erudición he sometido los apuntes que ahora doy á luz, ha tenido la bondad de escribirme lo siguiente:

«..... Pero nunca antes se han conocido los elementos gramaticales de tan interesante lengua, como Ud. los expone por primera vez. No cabe duda que el cunza pertenece á la misma rama de que han nacido el aimará, puquina, canqui, quichua y diversos idiomas más del Perú y Bolivia. Pero entre todos ellos es el más austral, más aislado y bajo muchos aspectos más interesante. El mundo científico europeo sabrá agradecer á Ud. el adelanto hecho por Ud. en el escabroso camino de la etnografía americana.»

El Dr. Philippi, que la constató en su propio suelo, cree que pudo extenderse hasta Calama.

Entre los changos no se conserva vestigio de lengua indíjena alguna, ni dan ellos razon ni noticia respecto de los arribanos de Atacama, pero entre estos hay tradición de que sus antepasados no hicieron buenas amistades con los habitantes de abajo.

Y aún más, algunos de los pocos indios cunzas que conservan restos de su antigua lengua, muy ancianos todos ellos y que no han

trasmitido su uso á la actual generación, dan á la voz *chango* una inteligencia que se traduce, según sus explicaciones, en desprecio y malevolencia hacia las razas de la costa marítima.

La lengua atacameña va desapareciendo y perdiéndose en el olvido, y tan pronto como hayan expirado los poquísimos octogenarios que aun conservan su uso y de quienes de viva voz he obtenido las nociones que voy á dejar consignadas, no quedará de ella el menor vestigio.

En el curso de mis exploraciones andinas, desde las pampas australes de la Patagonia hasta las alturas de la altiplanicie boliviana, el interés de descubrir la etimología de los nombres geográficos me había familiarizado con las voces más comunes del araucano, del quichua, del aimará y aún del guaraní que en el Paraguay tanto interés despiertan por la belleza de las imágenes que envuelven y su apropiada aplicación á los objetos que definen.

Con tal sistema de observación, el viajero se apercibe fácilmente de su entrada ó paso de un territorio á otro ocupados por distintas razas ó donde se habla distinto idioma, con sólo la indagación del orígen etimológico de los nombres geográficos.

Al tocar los contornos de la altiplanicie de Atacama, avanzando hacia ella desde Copiapó, ya sea entrando por el norte ó abordándola por el lado argentino ó boliviano, los nombres de montañas que terminan en el *collo* aimará, el *orko* quichua ó el *lemu* ó *huincul* de los araucanos, se cambia por la terminación *cáur*.

El agua ha pasado de *unu*, *yaco*, *co* á ser *puri*, y las gentes ya no son *haque*, *runa*, *che*, sino *sima*.

¿Pero de dónde viene la palabra y qué quiere decir *cunza*?

No parecia ser el nombre de la tribu ni el del país de su nacionalidad, y desistiendo ya de descubrirlo, aconteció que con motivo de averiguar sus pronombres posesivos, tuve ocasión de comprender que la invariable contestación *cunza* que antes daban al ser interrogados acompañando la voz con un movimiento de los brazos mostrándose así mismos, era simplemente el posesivo plural *nuestro*.

Careciendo pues de una voz, así como los araucanos tienen su *dungu*, para designar el nombre de su lengua ó tribu, responden *lengua cunza*, es decir, nuestra lengua.

Sin comprender estas circunstancias, se les ha dado á los abrígenes y á su lengua el nombre de cunza.

El oríjen de la palabra *Atacama* con que los mismos naturales designan hoy á su pueblo cabecera, no ha podido ser descubierto, ni recuerdan ellos voz alguna con que lo designaran sus antepasados.

De *lícan*, pais ó pueblo y del verbo *sájnema*, ir, los cunzas hacen: *acca lícan sájnema;* yo voy al pueblo; pero refiriéndose los indios arribanos de más á la cordillera, como los de Peine y Toconao, más particularmente á la cabecera del país, decían *acca tch-cámar sájnema*, es decir, yo voy á Atchcámar.

¿Será mucho violentar las teorías etimológicas si se supone que los españoles principiaron por pronunciar en vez de *atch-cámar*, *atcámar* y por fin *Atacama*?

Cuando nos proponíamos, en el interés de salvar los últimos restos de esta lengua, buscar los medios más discretos posibles para no alarmar la porfiada reserva y recelosa cautela con que los naturales ocultan sus tradiciones y esquivan toda ocasión de ser interrogados, se presentó la feliz oportunidad de estar por entónces ejerciendo el curato de Atacama un ilustrado y estudioso sacerdote, presbítero C. Maglio que se dedicó con interés al mismo objeto, pudiendo él vencer más fácilmente las resistencias de los indíjenas.

Con esto y con nuestras propias indagaciones en el mismo Atacama, pero con mejor éxito en los caseríos de Toconao, Cámar, Peine y Tilomonte, vamos á esponer lo poco conseguido.

### 1.—Artículos y género de los nombres

| | | | |
|---|---|---|---|
| El..... | *ya, ia;* | la..... | *cotch* |
| Del..... | *nisayá;* | de la.... | *cotchayá* |
| Al..... | *isimayá;* | á la..... | *icotchayá* |

Para la formación del plural parece que no hay diferencia de géneros:

| | |
|---|---|
| Los, las..... | *cota* |
| De los, de las..... | *cotchayá* |
| Á los, á las..... | *icotchayá* |

En la dificultad de descubrir alguna regla para la averiguación del género en los nombres, no ha sido posible encontrar ejemplo para todos los casos, pero según cree el señor Maglio la formación del plural no distingue géneros y se forma añadiendo *cota*.

Ej.: *sima*, hombre; *sima-cota*, hombres.
*liq-cau*, mujer; *líqcau cota*, mujeres.
*qquepe*, ojo; *qquepe-cota*, ojos.

Con un adjetivo numeral el nombre no toma la terminación *cota* del plural.

Ej.: *sema*, uno; *ppoya*, dos.
*ttanzi*, hay.
*sima sema ttanzi*, hay un hombre.
*sima ppoya ttanzi*, hay dos hombres.

No se descubre el artículo indefinido un, uno. Dicen por ejemplo: un hombre, *sima núnar*, siendo el significado de *núnar*, aislado, solitario.

El artículo se pospone á los nombres:

*Simáya*..... el hombre.
*Siláya*..... el llama.

Al artículo *el* dan dos inflexiones de voz que á veces suena *yá* y en otras *ía*, lo que también observó Maglio, quien cree que la segunda voz tiene por objeto suavizar la pronunciación de algunas terminaciones demasiado fuertes, como en *liq-cau* que hace *líq-cávia*.

También combinan ambos vocablos y los separan precediéndolos y posponiéndolos á los nombres, por ejemplo: *i-simá-ya*, ó bien *iya-sima*, el hombre.

No ha sido posible encontrar la aplicación que se hace del artículo femenino *cotch*, pero se descubre que usaban de preferencia los demostrativos:

*cotch-líqcau*..... aquella muger
*cotch-símaya*..... aquel hombre

*anta líqcau*..... esta muger
*anta-simaya*..... este hombre

## 2.—Adjetivos

Parece que el cunza tenía muy pocos adjetivos, sobre todo calificativos, y en cuanto al género y número son invariables, á lo menos en cuanto ha sido posible averiguarlo. Ejemplo:

*Ninchies*..... hermoso, lindo
*Sima-ninchies*..... hombre hermoso
*Líq-cau ninchies*..... muger hermosa
*Ninchies sima cota*..... hombres hermosos
*Minchics líqcaucota*..... mugeres hermosas

Como indicativos aparecen éstos, invariables también,

*anta*, este; *cachi*, aquel

También:

*ayá*, este; *iyá*, ese
*iyáre*..... aquel

Los posesivos son:

*acsa*, mío; *chienza*, tuyo
*cunza*, nuestro; *chinzaya*, vuestro;
*isa*..... ..... suyo (de él)
*isaya*..... de ellos

Pero Maglio encontró que los indios del pueblo de Atacama usaban además otra manera de indicar la posesión introduciendo en la terminación la partícula *ía*. Así:

*tic-han*, padre, declinan como sigue:
*c'tic hania*, mi padre
*s'tic haunia*, tu padre
*ai tic hania*, su padre (de él)
*(cunza) cun tic hania*, nuestro padre
*(chienza) chin tic hania*, vuestro padre

*(ícocha) c'tic hania*, el padre de ellos.
*lócjma*, perro
*c'locjmaia*, mi perro
*s'locjmaia*, tu perro
*ai locjmaia*, su perro
*cun locjmaia*, nuestro perro
*chin locjmaia*, vuestro perro.
*c'locjmaia*, el perro de ellos.

Es curioso que en cuanto a los adjetivos numerales, resulte que los cunzas tuvieran mejor conocimiento del sistema decimal que sus vecinos y con las mismas reglas del método numeral europeo.

| | |
|---|---|
| *sema* | uno |
| *ppoya* | dos |
| *ppálama* | tres |
| *chchalpa* | cuatro |
| *mutsisma* | cinco |
| *mítchala* | seis |
| *chchóya* | siete |
| *chchólama* | ocho |
| *tecára* | nueve |
| *suchi* | diez |
| *suchita sema* | once |
| *suchita ppoya* | doce |
| *suchita ppálama* | trece |
| ..... | .... |
| *suchita suchi* | veinte |
| *suchita ppálama* | treinta |
| ..... | .... |
| *suchita tecára* | noventa |

Para intercalar las unidades de veinte á treinta, etc.:

| | |
|---|---|
| *suchita suchi sema* | veintiuno |
| *suchita suchi ppoya* | veintidós |
| ..... | ..... |

| | |
|---|---|
| *suchita ppálama ppálama* | treinta y dos |
| ..... | ..... |
| *suchita chchalpa tecára* | cuarenta y nueve |
| ..... | ..... |
| *aras sema* | cien |
| *aras sema sema* | ciento uno |
| *aras ppoya* | doscientos |
| *aras suchi* | mil. |

### 3.—Sustantivos

Podemos dar á los filólogos un pequeño vocabulario que servirá lo bastante para establecer comparaciones de interés con las lenguas vecinas ú otras.

PERSONAS Y OBJETOS

| | |
|---|---|
| hombre | *sima* |
| mujer | *líqcau* |
| gente | *contí* |
| niño | *páuna* |
| padre | *tú-han* |
| madre | *pat-ta* |
| hijo | *pahní* |
| nieto | *cahmai* |
| hermano | *zahli* |

Los femeninos se forman agregando *liq-cau.*

| | |
|---|---|
| hija | *pahní líq-cau* |
| hermana | *zahli líqcau* |
| etc. | etc. |
| casa | *tturi* |
| rancho | *tturitka* |
| cama | *kritte* |
| poncho | *áksu* |
| camisa | *álmiya* |

ELEMENTOS

| | |
|---|---|
| sol | *cáppin* |
| luna | *cáhmor* |
| tierra | *hôiri* |
| estrella | *áhlar* |
| lucero | *áhlar cappin* |
| agua | *puri* |
| viento (sonido indefinible) | *khûro* |
| nube, niebla | *molte* |
| lluvia | *zaire* |
| río | *vác-ka* |
| campo, pampas | *túlva* |
| suelo, médano | *hóiri* |
| cerro, montaña | *cáur* |
| piedra | *cáichi* |

AVES

| | |
|---|---|
| avestrúz | *choraca* |
| parina | *sólor* |
| pato | *chópar* |
| perdiz | *cólan* |
| águila | *vittí* |
| lechuza | *cósco* |

Para los polluelos de los pájaros usan la voz *pani*, así: parina chica, *sólor pani*, y para las aves acuáticas usan como genérico *bícotar*

CUADRÚPEDOS

| | |
|---|---|
| llama | *silar* |
| león | *kúhri* |
| zorro | *tcháp*ur |
| vicuña | *tétir* |
| guanaco | *tsámbo* |
| vizcacha | *áitzir* |
| ratón | *kílli* |

Á los pequeñuelos de estos animales posponen también la voz *pani*: cachorro del león *kúhri pani*; y á las hembras les agregan así mismo la palabra *quíbur*: leona, *kúhri quíbur*; zorra, *tchápur quiquibur*.

PLANTAS

| | |
|---|---|
| brea | *túri* |
| cachiyuyo | *kélas* |
| algarrobo | *yáli* |

## 4.—Pronombres

PERSONALES

| | |
|---|---|
| *acca* | yo |
| *tchema* | tú |
| *ía, cáchir* | él |
| *cunna* | nosotros |
| *chime* | vosotros |
| *cota ícota* | ellos |

La primera persona la suavizan en ciertos casos pronunciando *ácsa*, *ácsia*.

No hay terminaciones femeninas para estos pronombres.

DEMOSTRATIVOS

| | |
|---|---|
| *antar* | este |
| *cachir* | aquel |

En Toconao, sin embargo, un antigo maestro de escuela boliviano cree que también usan:

| | |
|---|---|
| *ayá* | este |
| *iyá* | ese |
| *iyáre* | aquel |

POSESIVOS

| | |
|---|---|
| *ájsaya* (la *j* como *ch* alemana) | mío |
| *chénsaya* | tuyo |
| *isáya* | suyo |

Estas pequeñas diferencias en el singular, con lo que antes queda espuesto, resulta de vaguedad en la pronunciación de *acsa* como más enérgicamente dicen en Atacama y *ajsa* como pronuncian los arribanos de Peine y Toconao, agregando también, para mayor suavidad ó dulzura la terminación *ya*.

RELATIVOS É INTERROGATIVOS

| | |
|---|---|
| *ítie, itiquiá* | quien |
| *itquiquiá* | cuyo |
| *entiquiá* | donde |
| *entelaquiá* | por donde |
| *entpaquiá* | para donde |
| *aiquiá* | aquí |
| *catquiá* | allí |

## 5.—Adverbios

| | |
|---|---|
| *leyá* | lejos |
| *aispuriá* | cerca |
| *cogciá* | atrás |
| *zalpáia* | adelante |
| *mustupa* | arriba |
| *váquit* | abajo |
| *capípas* | á la izquierda |
| *conipas* | á la derecha |
| *pinchcó* | cuando |
| *anú* | hoy |
| *táipo* | mañana |
| *ené* | pasado mañana |
| *hâbá* (*h* aspirada) | ayer |
| *aba-hâbá* | antes de ayer |
| *etincpiáre* | entónces |
| *ianinquiáre* | siempre |

En algunos adverbios de tiempo como *tarde*, *temprano* y otros, las divergencias entre unos y otros indios no nos han permitido deducir nada con alguna certidumbre. En Socaire dicen: *sinca*, nada; *itchpur*,

poco; *hônar*, mucho; *picum*, pronto; *keleyá*, lejos; *túcuba*, cerca, *cócop* atrás.

Para asegurarnos de la fidelidad ó grado de confianza con que era prudente aceptar estas voces para darlas bajo la necesaria garantía de verdad á los filólogos, he procurado probarlas con averiguaciones diversas.

Así, por ejemplo, pudimos descubrir que los indios de Socaire nos decían por los hombres que vivían en los pueblos de abajo *sima cota vaquit*, comprobándose así el adverbio *vaquit*, abajo, que nos habían dado en Toconao.

Interrogándolos sobre situación de lugares, contestaban siempre muy de acuerdo para los que estaban lejos ó cerca, con *leyá* y *aispuriá*, y respecto de las direcciones sus únicas espresiones para orientarse eran las de derecha ó izquierda, *conípas*, *capípas* y de adelante atrás, *zalpáia*, *coqciá*.

OTRAS ESPRESIONES

| | |
|---|---|
| *hâtur* | calor |
| *tsérar* | frío |
| *válchar* | malo |
| *cayáhia* | bueno |
| *ichicai* | chico |
| *cáppur* | grande |
| *áccanu* | no |
| *yquiare* | sí |
| *tárar* | blanco |
| *nátchi* | negro |
| *cinjai* | triste |
| *coyájne* | contento |
| *chorístur*, *tchorjmar* | hambre |
| *tarajche* | sed |

## 6.—Verbos

Parece que los tiempos se reducen sólo á tres: presente, pasado y futuro.

Las terminaciones de las distintas personas parecen invariables, y para distinguirlas entre sí, además del pronombre, hacían preceder el verbo de un prefijo que variaba con las personas.

Hay además un futuro que indica como la obligación de hacer una cosa.

*Acca que olc-haus*, yo no he de comer.

*Acca que yocons*, yo he de hablar.

Como especie de auxiliares, sólo se descubre una combinación que hacen de los pronombres personales con la terminación *ya* ó *ía* para el verbo *ser*, y con la terminación *ttanzi* para el verbo auxiliar haber.

Ser:

| | |
|---|---|
| *acca-ya* | yo soy |
| *chema-ya* | tú eres |
| *íaya* | él es |
| *cima-ya* | nosotros somos |
| ..... | ..... |
| *ícota-ya* | ellos son |

Haber ó tener:

| | |
|---|---|
| *acca ttanzi* | yo he ó tengo |
| *chema ttanzi* | tú has ó tienes |
| *ía ttanzi* | él ha ó tiene |
| *cuna ttanzi* | nosotros tenemos |
| ..... | ..... |
| *ícot-ttanzi* | ellos tienen |

Podemos decir algo sobre las conjugaciones.

Los infinitivos, por lo general, terminan en *tur*.

*Ohlm-tur*, comer

| | |
|---|---|
| *acca q' ohlma* | yo como |
| *chema q' ohlma* | tú comes |
| *ía q' ohlma* | él come |
| *cuna cun ohlma* | nosotros comemos |

| | |
|---|---|
| *chime chin ohlma* | vosotros coméis |
| *ícot et' ohlma* | ellos comen |

*Yocòn-tur*, hablar

| | |
|---|---|
| *acca q' yoconama* | yo hablo |
| *chema q' yoconama* | |
| *ía q' yoconama* | |
| *cuna cun yoconama* | |
| *chime chin yoconama* | |
| *cota et' yoconama* | |

*Mini-tur*, ver

| | |
|---|---|
| *acca q' minijma* | yo veo |
| *chema se minijma* | tú ves |
| ..... | ..... |

Tal es la conjugación de los verbos en el tiempo presente, agregando, como se ve, la terminación invariable *ma* que reemplaza al *tur* del infinitivo.

Pasado:

| | |
|---|---|
| *acca q' yócona* | yo he hablado |
| *chema se yócona* | tú has hablado |
| *ya s' yócona* | él ha hablado |
| *cuna cun yócona* | |
| *chime chin yócona* | |
| *cota et' yócona* | |

En otros verbos, como

| | |
|---|---|
| *colc' tur* | caer |
| *lan' tur* | andar |
| *ccara' tur* | cortar |
| *múlsin' tur* | morir |
| *cjara' tur* | quebrar |

hacen en el mismo tiempo:

| | |
|---|---|
| *acca q' coljmi* | yo he caído |
| *acca q' cjara* | yo he quebrado |
| *acca q' ccara* | yo he cortado |

Lo que demuestra que no hay una terminación fija para este tiempo.

FUTURO

| | |
|---|---|
| *acca q' yóconolo* | yo hablaré |
| *chema se yóconolo* | tú hablarás |
| *ya yóconolo* | él hablará |
| *cuna cun yóconolo* | nosotros hablaremos |
| *chime chin yóconolo* | vosotros hablaréis |
| *cota et yóconolo* | ellos hablarán |

Así se conjugan:

| | |
|---|---|
| *acca q' ololo* | yo comeré |
| *acca q' mínjolo* | yo veré |
| *acca q' cólcolo,* | yo caeré |
| *acca q' lánolo,* | yo andaré |
| *acca q' ccáralo,* | yo quebraré |
| *acca q' cjáralo,* | yo cortaré |

FUTURO IMPERATIVO CON AFIRMACIÓN

| | |
|---|---|
| *acca p' yócons,* | yo he de hablar |
| *chema se yócons,* | tú has de hablar |
| *ya yócons,* | él ha de hablar |
| *cuna cun yócons,* | nosotros hemos de hablar |
| *chime chin yócons,* | vosotros habeis de hablar |
| *cota et' yócons,* | ellos han de hablar, |

y para los demás verbos:

| | |
|---|---|
| *acca q' olc,* | yo he de comer |
| *acca q' minisc* | yo he de ver |

| | |
|---|---|
| *acca q' lans,* | yo he de andar |
| *acca q' ccoles,* | yo he de caer |
| *acca q' ccarals,* | yo he de quebrar |
| *acca q' cjarals,* | yo he de cortar |

El otro futuro con negación que citamos al principio:

| | |
|---|---|
| *acca q' olc-haus,* | yo no he de comer |
| *chema se olc-haus,* | tú no has de comer |
| *ya olc-haus,* | él no ha de comer |
| *cuna cun olc-haus,* | nosostros no hemos de comer |
| *chime chin olc-haus,* | vosotros no habeis de comer |
| *icota et' olc-haus,* | ellos no han de comer |

Y para los otros:

| | |
|---|---|
| *acca q' yócons-hans,* | yo no he de hablar |
| *acca q' mininje-hans,* | yo no he de ver |
| *acca q' lanch-hans,* | yo no he de andar |
| *acca q' ccol-hans,* | yo no he de caer. |

No prodigan el uso de los auxiliares y abrevian los cunzas todo lo que pueden.

Por ejemplo, yo tengo sed, dicen simplemente *acc tarájche;* él es bueno, *ía cayáhia;* el niño es malo, *pauna válchar.*

Suprimen tambien con la primera persona: yo bebo agua, dicen simplemente, *puri haîtama,* siendo beber *haîtur.*

No hemos podido descubrir una voz para la divinidad, y nada indica que tuvieran idea de un genio del bien ni del mal.

El *pachacamac* de los quichuas les era desconocido.

Las voces y palabras de sus vecinos y aun cuando éstas hayan sido aplicadas á lugares de su propia tierra, les son enteramente desconocidas.

Así, nada sabían del significado del *Llullaiyaco,* compuesto, como dejamos dicho, del quichua y aimará *llulla,* mentira, y del araucano *yaco,* á su vez compuesto de *ya* ó *lla,* tibio y *co,* agua. Pero si los araucanos no pudieron llegar hasta allí, puede derivar esta segunda voz del aimará *yacca,* orines.

En el centro de su región cordillerana hay el lugarejo de *Sóncor*, cuyo significado, corazón, en aimará, ignoraban completamente los cunzas lugareños.

Pero, al contrario, tratándose de los nombres que llevan voces de su propia lengua y que no han sido desfigurados ó corrompidos, siempre dan razón de su significado.

Así el esbelto y altísimo Lincancáur que se levanta aislado desde su base con irreprochable forma geométrica como una pirámide de Egipto, quiere decir *la montaña del pais.*

*Purilarí*, río de aguas rojas á causa de las arcillas ferruginosas que las impregnan de ese color, consta de *puri*, agua, y *lari*, sangre.

Estos ejemplos demuestran también, el carácter de aglutinación que corresponde al cunza en alto grado.

Por último, como comprobación de la ninguna relación de la lengua cunza con las de sus vecinos, compararemos, de entre las palabras mas usuales:

| | AIMARÁ | QUICHUA | ARAUCANO | CUNZA |
|---|---|---|---|---|
| Agua..... | *Oma* | *únú* | *co* | *puri* |
| Hombre..... | *haque* | *runa* | *che* | *sima* |
| Mujer..... | *marmi* | *huarmi* | *domo* | *liqcau* |
| Cerro..... | *collo* | *orko* | *lemu* | *caur* |
| Casa..... | *uta* | *gasta* | *ruca* | *tturi* |

Así mismo en los adjetivos, verbos y demás partes de la oración las comparaciones no dan indicio de derivaciones ni relación alguna entre las diferentes lenguas.

Sin tiempo disponible ni preparación bastante para estudiar la onología de la lengua de los atacameños, no me sería fácil fundar las razones de la ortografía usada.

Me ha parecido que la *j* expresaba mejor los sonidos aspirados que la *ch* alemana, prefiriendo escribir, por ejemplo, *sajnema* más bien que *sachnema.*

Tiene el cunza aspiraciones fuertísimas seguidas de una notable prolongación de la vocal, lo que usan para ciertas voces imitativas de la naturaleza, y para este caso hemos adoptado la *h* aspirada, el

acento circunflejo, y la *k* como fuerte sonido de paladar; así por ejemplo escribo *khûro*, viento, aunque es de un efecto fonético imposible, por cierto, de escribir.

Cuando no precede el sonido de la *k*, la aspiración es suave, como en hôiri, tierra, suelo; hâtá, ayer.

Usan mucho las dobles consonantes y las pronuncian mas fuertes y separadas que los italianos como *kritte*, cama, *cappin*, sol, *acca*, yo, que pronuncian *krit-te*, *cap-pin*, *ac-ca*.

Es necesario hacer diferencia entre el sonido de la *c* y la *k* reservando esta última consonante para las voces muy fuertes, siendo así muy notable la diferencia de pronunciación entre *aksu*, abrigo, poncho y *vacca*, río.

También hay sonidos especialísimos que no se vertirían ni con *cc* ni con *kk*, como sucede en mujer, que pronuncian con cierta ternura que desdice de la ruda aspereza de la lengua y que puede escribirse *liqcau*.

Es seguro que estos breves é incoherentes apuntes, sobre ser lo primero que con interés y algún cuidado se ha escrito acerca de la lengua de los naturales de la altiplanicie atacameña, será también lo último, en razón de haber ya espirado los dos ancianos que en Cámar y Toconao lo conservaban sin haber trasmitido á sus descendientes sino muy incompletas nociones.

En el pueblo cabecera de San Pedro de Atacama está casi totalmente extinguida.

FRANCISCO J. SAN ROMÁN.

# FUNDACIONES DE EDIFICIOS

## ESTUDIO ANALÍTICO Y SINTETICO

Las fundaciones de un edificio ó construcción cualquiera tienen que estar en relación directa con el peso que deben soportar y con la clase de terreno sobre que van á descansar.

Antes de determinar, pues, la forma y dimensiones de las fundaciones, se debe tener en cuenta el peso del edificio; por este motivo, no necesita las mismas fundaciones un molino que una casa de madera, ni una chimenea que un semáforo.

Antes de fabricar una fundación, es menester conocer la naturaleza del suelo, porque del conocimiento de él dependerá naturalmente la estabilidad de la construcción. Si este exámen es indispensable en donde quiera que se edifique, es esencial en los paises en donde son frecuentes los temblores. Hay ejemplo de haberse desplomado una chimenea de un horno á causa de haberse ahondado un pozo en las cercanias, debido á que los cimientos de la chimenea descansaban sobre una capa incompresible demasiado delgada, que, estaba colocada sobre una capa de arena movediza, que se corrió al ahondar el pozo.

Así, pues, es necesario, antes de cimentar un edificio, conocer los espesores de las diversas capas geológicas capaces de soportar sin peligro una construcción cualquiera. Sobre rocas extendidas en todos sentidos, de tres metros de espesor, se puede cimentar sin peligro; sobre cascajo semejante al del subsuelo de Santiago pueden fundarse construcciones de gran peso; la cimentación de un edificio de tres pisos se hace en Francia sin peligro sobre un lecho de arena de

m. 2,60; en España se estima que la cimentación sobre arena puede hacerse sin peligro, cuando la capa tiene de 5 á 6 metros de espesor y está encajonada; sobre arcillas cuarzosas ó plásticas, puede fundarse cuando el espesor de la capa pasa de tres metros y el terreno sobre que descansa es completamente seco.

En Valparaíso, Concepción y otras ciudades de Chile, hay numerosos edificios de cal y ladrillo de dos y mas pisos que descansan sobre fundaciones tendidas sobre subsuelo de arena, que pasa de 10 metros de espesor.

El subsuelo de que acaba de hablarse, y sobre el cual descansan las fundaciones de un edificio, se llaman *suelo natural*, y las fundaciones fabricadas sobre tal suelo se llaman *fundaciones naturales* ó *fundaciones ordinarias.*

En todo caso, conviene que la presión sobre el suelo no pase de 25000 kilógramos por metro cuadrado (250 kilógramos por décimetro cuadrado).

Teniendo esta cifra por límite, se dará á los cimientos una base conveniente, ensanchándoles á medida que aumenta la profundidad de la excavación.

Rara vez el suelo natural se presenta en la superficie; pero aunque tal caso se presentara, es menester excavar á lo menos m. 0.30 á fin de resguardar la base de la construcción de las injurias atmósféricas.

El fondo de la excavación ó *herido* sobre que descansan los cimientos de un edificio deben siempre estar á nivel. Este nivel será único, ó por escalones si la inclinación ó la naturaleza del suelo así lo exigiera. Ejerciéndose verticalmente la acción de la gravedad, es natural que las bases de las fundaciones de un edificio sean horizontales; de otra manera, la construcción podria desliarse, y como los varios elementos que la componen no son perfectamente homogéneos ni estan ligados por fuerzas iguales, el escurrimiento se haria de una manera desigual en los varios puntos de su composición, y sobrevendria la ruina parcial ó total.

Para fijar la forma de la sección de las fundaciones, así como sus dimensiones es preciso tener presente las siguientes reglas:

I.—Las piedras resisten proporcionalmente a su sección.

II.—La resistencia de las piedras varía según sea su *porosidad* y el *sentido de su estratificación.*

III.—La resistencia de las piedras crece en razón de la densidad.

IV.—La resistencia de las fundaciones varía según sea la altura de su sección; para iguales alturas, secciones equivalentes é igual calidad de materiales, resistirá más la sección que más se acerque al cuadrado que al rectángulo de altura mayor que la base.

De las experiencias, resulta que pueden someterse á las siguientes presiones por cada milímetro cuadrado de su sección las piedras que van á continuación:

| | | |
|---|---|---|
| Basalto | 2 | quilógramos |
| Granito | 0,35 | » |
| Piedra silizosa dura | 0,46 | » |
| Arenisca dura | 0,087 | » |
| Id. blanda | 0,004 | » |
| Piedra arcillosa | 0,068 | » |
| Calcárea oolítica | 0,1 | » |
| Id. compacta | 0,28 | » |
| Mármol estatuario | 0,31 | » |
| Id. negro de Flandes | 0,79 | » |
| Ladrillo inglés blando | 0,04 | » |
| Mortero de cal y arena | 0,02 | » |
| | 0,05 | » |
| Id. hidráulico | 0,05 | » |
| | 0,07 | » |

Una presión diez veces mayor, produciría la ruptura. La carga permanente no debe pasar de $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{7}$ de la cifra de ruptura.

Sin embargo, la proporción anterior varía según los casos, estimándose la carga de seguridad como sigue, siempre en relación con la cifra de la ruptura:

| | Monolito | Fábrica ordinaria | Soporte aislado | Bóveda |
|---|---|---|---|---|
| Piedra muy dura..... | 1/7 | 1/15 | 1/23 | 1/60 |
| Piedra medianamente dura | 1/10 | 1/13 | 1/19 | 1/50 |
| Piedra blanda y mampostería con mortero hidráulico..... | | 1/10 | 1/15 | 1/40 |
| Mampostería ordinaria (1) | | 1/20 | 1/30 | 1/80 |

No debe olvidarse que las cifras anteriores se refieren á experimentos hechos en Europa, en donde las artes de la construcción están mucho más adelantadas que en la América del Sur, y en donde los temblores son casi desconocidos.

Últimamente se está dando á los cimientos ó fundaciones de los edificios del Estado, la verdadera importancia que tienen en la construcción. En general, los cimientos de los edificios públicos de Chile, salvo dificultades locales, deben hacerse con piedra angular de cantera, la cual deberá, á lo menos estar despuntada y compuesta en sus asientos; deberá mojarse con agua dulce antes de asentarla en el mortero; en la parte de los cimientos que salga de la superficie del suelo deberá también componerse la piedra. Todas las juntas deberán embocarse con mortero antes de llenarse las excavaciones.

La sección de los cimientos de los edificios del Estado debe componerse de varios rectángulos sobrepuestos, de manera que el inferior siempre tendrá una zarpa ó escalón, comparado con el rectángulo superior; deberán fabricarse conjuntamente los cimientos de cada rectángulo; las piedras irán trabadas en todos sentidos, tanto en la sección horizontal como en su elevación ó corte vertical. Los costados de cada rectángulo quedarán á plomo.

Tal es la rutina que se ha adoptado en los edificios del Estado.

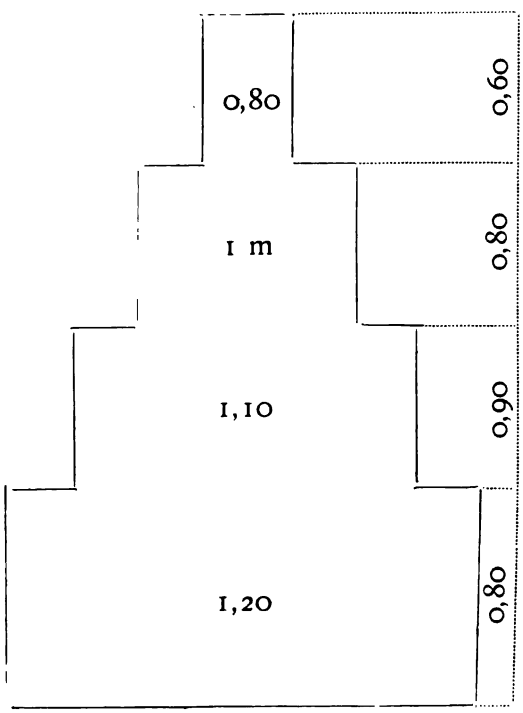
(1) *Guia del construtor*, Madrid 1888.—Mecánica de Mr. Planat.

Conviene agregar que es muy ventajoso que las piedras sean alargadas, de gran tamaño é irregulares en todo sentido.

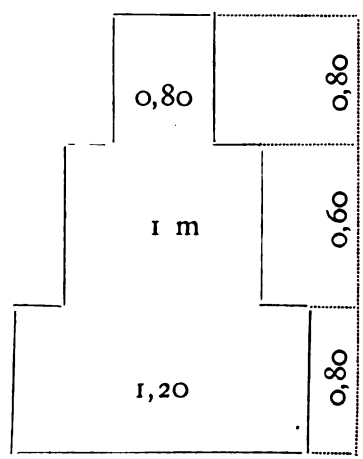
Esas piedras redondeadas ó mejor dicho cuadradas, que fluctúan entre 0,20 m. á 0,25 m. de arista, llamadas *bolones*, son las más impropias para la construcción de fundaciones estables y de buena clase. El pequeño tamaño de tales piedras no presenta garantía para la trabazón: además, de ordinario los *bolones* tienen la forma de un tronco de pirámide, y en la mampostería en uso, la cara más ancha queda visible en los paramentos de los cimientos, resultando de ello que la presión que gravita sobre los cimientos, produce esfuerzos horizontales que, evidentemente, tienden á demoler las fundaciones.

Como ejemplo de la sección de los cimientos de los nuevos edificios del Estado, pueden citarse los siguientes, que son el costado sur de la circunvalación de la cárcel de los Andes y el departamento de clases de la escuela de Quillota.

CARCEL DE LOS ANDES




ESCUELA DE QUILLOTA



En los ejemplos que acaban de citarse, se ha seguido una regla que no debe olvidarse en la acertada disposición de las fundaciones: que la altura de un cuerpo de cimiento nunca debe sobrepasar á su base. Así, pues, la sección de cada uno de los prismas de todo cimiento conviene que sea cuadrada ó rectangular, siempre que su altura sea menor que la base.

Las cifras que se dieron, reducidas á milímetros cuadrados, relativamente á la compresión capaz de soportar una fundación, siempre se dan en relación á la superficie de su sección, acostumbrándose decir, por ejemplo, el mortero hidráulico resiste de 0,05 á 0,07 quilógramos por milímetro cuadrado.

Esta misma relación puede expresarse respecto de cada centímemetro de una sección cualquiera. Como un ejemplo útil, conviene tener presente las compresiones que soportan por cada centímetro cuadrado de sección los cimientos de las construcciones que siguen:

FRANCIA

| | |
|---|---|
| Viaducto del Indre (camino de Burdeos).... | 4,57 kilgs. |
| » de Mance (id. de Orleans)..... | 5,71 |
| » de Lusignan (id. de id.)..... | 7,13 |
| » de Auray (id. de id)..... | 7,30 |
| » de Hennebont (id. de id.)..... | 6,73 |
| » de Kimperle (id. de id.)..... | 6,34 |
| Puente de fetrocarril Mont Louis, sobre el Loira..... | 7,34 |
| Inválidos de París..... | 14,76 |

CHILE

| | |
|---|---|
| Puente del ferrocarril del sur sobre el Claro.. | 8,20 |
| Puente sobre el río Colchagua, camino de Palmilla á Matanzas..... | 9,90 |
| Antiguo puente de Cal y Canto sobre el Mapocho ..... | 7.10 |
| Casa de Moneda..... | 5.80 |
| Catedral..... | 6.30 |

INGLATERRA

San Pablo..... 19,00

ITALIA

San Pedro..... 16.00
San Pablo..... 19.76 (1)

Las fundaciones se componen de piedras unidas por morteros. En absoluto debieran componerse de una sola masa; pero como esto no es posible, es menester fabricar fundaciones *polilíticas* ó sea compuestas de muchos fragmentos de rocas.

Las rocas ó piedras se dividen en las clases siguientes:

*A).* Calcáreas.
*B).* Arcillosas.
*C).* Yesosas.
*D).* Silizosas.
*E).* Compuestas.

*A).* Las piedras calcáreas se rayan por una punta de acero, hacen efervecencia en contacto de los ácidos y por calcinación pro ducen la cal. Su color es muy variable: las hay blancas, amarillentas, azulejas, rojas verdosas y hasta negras. Estos colores se deben á diferentes materias con que están mezcladas: el amarillo es producido por el óxido de hierro, el gris y el negro por sustancias carbonosas ó betuminosas, y el verde se debe á la presencia del talco.

Entre las piedras calcáreas se encuentra el mayor número de rocas usadas en las construcciones, tanto por sus cualidades, como por ser muy abundantes.

El peso específico de las calcáreas varía entre 2,50 y 2,90.

Entre las variedades de calcáreas usadas en las construcciones pueden citarse las que van á continuación:

I. *Calcárea sacaroidea ó mármol.* Es la más dura y tenaz de las calcáreas, su quebradura, es parecida á la del azúcar; su textura es

(1) Resistencia de materiales por Ricardo Fernández Frías, Santiago de Chile 1885.

algo cristalina. Cuando es perfectamente pura, esta calcárea es traslúcida hácia sus bordes.

La calcárea sacaroidea se encuentra en los terrenos primitivos.

Sometida á la acción del fuego, generalmente deja por resíduo cal grasa.

II. *Calcárea compacta.* Tiene el grano más fino y apretado que la precedente y su aspecto es más homogéneo. La quebradura varía de forma, porque en la piedra litográfica, que es una especie de esta variedad, la quebradura es redonda ó concoidea.

Su color es muy variado: hay rocas de color amarillo claro, amarillento, azulejo, gris y negro.

Se halla en los terrenos de formación secundaria, y se encuentra mezclada con arcilla, sílice y magnesia: á esta circustancia se debe la propiedad de producir cales hidráulicas.

Los colores de los mármoles abigarrados se deben á la presencia de óxidos metálicos.

Los ingenieros ó constructores ordinariamente denominan mármol á toda piedra que admite un pulido fino; pero, propiamente hablando, solo corresponde esta denominación á las piedras calcáreas de textura cristalina compacta, que admite pulimento.

Hay muchas variedades de calcáreas compactas, como ser la calcárea conglomerada, á la cual pertenece el travertino de Roma; la calcárea oolítica, así llamada á causa de su masa, que parece compuesta de una aglomeración de huevos de pescado; la calcárea silizosa, así llamada por la sílice con que está mezclada. Cuando la sílice domina en esta clase de rocas, casi no hace efervescencia en presencia de los ácidos, y produce chispas por el eslabón; con esta clase de rocas están construídos el arco de triunfo de la Estrella y la Lonja de París.

*B).* En la composición de las rocas arcillosas domina la arcilla; su consistencia ordinariamente es blanda y susceptible de formar pasta con el agua.

Las esquitas ó pizarras tienen todos los caracteres de rocas arcillosas.

La piedra arcillosa no hace efervescencia con los ácidos.

*C*). Las rocas yesosas, se componen de sulfato de cal, vulgarmente denominado yeso.

La especie más útil tiene la siguiente composición química·

| | |
|---|---|
| Ácido sulfúrico..... | 46 |
| Cal..... | 33 |
| Agua..... | 21 |

Se encuentra cristalizada en masas fibrosas, sacaroideas, compactas y terrosas. Todas estas clases se rayan fácilmente con la uña, son infusibles, se florecen sometidas á un fuego vivo y pierden el agua cuando se les calcina; son insolubles en los ácidos.

La densidad de esta piedra es de 2.26 á 2.30.

Su color suele ser gris, amarillento, rojizo y azulejo; cuando su color es blanco de nieve se emplea mucho en las artes bajo el nombre de alabastro, y se hacen de ella urnas, columnas y diversos objetos de decoración interior.

Estas rocas no se emplean en la construcción; se las utiliza únicamente para la preparación del yeso.

*D*). El tipo de las rocas silizosas es el cuarzo que si es puro se compone solamente de oxígeno y silicio.

El pedernal ó piedra de fuego es una variedad de esta clase de rocas.

El asperón, piedra muy empleada en las construcciones de Europa, es una reunión de fragmentos de cuarzo ligados por un cemento silizoso, calcáreo ó arcilloso.

*E*). Se da el nombre de rocas compuestas á las que constan de partículas de diversas naturalezas, unidas por la cohesión ó por la compresión. Las rocas que provienen de la agregación inmediata de diversos minerales, se denominan piedras graníticas, que comprenden el granito, el gneis y la sienita.

I. *Granito.*—Se compone de feldespato, cuarzo y mica; estos minerales son de grano cristalino, y están unidos sin dejar espacios vacíos. El feldespato domina ordinariamente al cuarzo, y la mica suele estar en pequeñas cantidades.

El feldespato es de color mate, y varía del blanco al amarillento y rojo intenso. Expuesto al aire, el feldespato, al cabo de algún tiempo, toma un tinte blanco suave; cuando la granulación es abultada, el feldespato presenta una textura hojosa.

El cuarzo es vítreo, traslúcido y de un color que varía del asperón oscuro al blanco opalino, ó al vidrio color leche.

La mica es brillante, textura hojosa en pajillas redondeadas, cuyo largo llega á un centímetro; su color ordinario, blanco nacarado, amarillo y negro. Á veces su formación se presenta como pequeñas escamas de pescado.

Á consecuencia de la exfoliación de la mica, es difícil el pulido del granito.

Se usa en las construcciones hidráulicas, principalmente cuando están expuestas á los golpes de las olas. En los edificios se emplea en columnas, y los obeliscos de Egipto son de una especie conocida por el nombre de granito oriental.

Cuando el granito contiene poco cuarzo, es blando, se talla con facilidad, pero sus aristas son poco resistentes.

II. *Gneis.*—Se compone, como el granito, de feldespato, cuarzo y mica; pero el carácter distintivo del gneis, es una extructura esquitodea, debida á la abundancia de la mica. La unión de los elementos que componen esta roca es menos grande que en el granito, por lo cual su textura es menos compacta, y por consiguiente es impropia para el pulimento.

III. *Sienita.*—Es una especie de granito en que la mica está reemplazada por la anfíbola (hornblende). El color varía entre el gris y el rojizo; cuando la piedra está húmeda, las partículas de anfíbola se distinguen por un tinte verdoso. Á medida que disminuye la proporción de cuarzo, la sienita difiere más del granito.

El gneis y la sienita son las piedras más resistentes á la acción del tiempo.

IV. *Basalto.*—Es una roca compuesta; se halla en terrenos volcánicos en gran abundancia, en yacimientos ó grandes masas. Su color es de un negro gris; la quebradura es angulosa y desigual.

Los basaltos son pesados, tenaces, en ocasiones algo vítreos; cuando su grano es fino, admite una bella pulimentación.

V. *Pórfido.*—Es muy difícil caracterizar las rocas porfídicas. Hay un pórfido granítico que se compone de cristales de feldespato en una masa de granito; otra clase es el pórfido feldespático, cuyos cristales de feldespato se encuentra en una masa de petrosílex ó sea feldespato compacto; frecuentemente dentro de los pórfidos feldespáticos se encuentran cristales de cuarzo, y el pórfido recibe en este caso la denominación de pórfido cuarcífero.

Se presenta de color amarillento, oscuro subido, rojo, y verde cuando la masa contiene algo de anfíbola.

Como es muy difícil de trabajar, los objetos de esta roca valen muy caros, y casi siempre su uso está limitado á la decoración interior.

Las cualidades esenciales de la piedra de construcción son la *resistencia*, la *dureza* y la *duración*. De ordinario estas tres cualidades van juntas.

No se puede juzgar de la calidad de la piedra por su apariencia; pero generalmente una masa compacta, grano fino, color subido y un gran peso específico, son indicios de una piedra de buena calidad.

El exámen ocular basta para ver si la piedra tiene grietas, escoriaciones ó si está mezclada con cuerpos extraños, y para juzgarla inadecuada para la construcción.

Las grietas de las piedras permiten, por finas que sean, la absorción del agua, que al congelarse, aumenta de volúmen y rompe la piedra. Aunque no absorban agua las piedras arcillosas sufren variación de volúmen al contacto de la helada.

Es muy importante, pues, saber si una piedra se rompe ó nó con la helada. Para ello se emplea el sulfato de soda.

Para probar la piedra se principia por hacer de ella cubos de m. 0,05 de lado, aserrados y no labrados á martillo. Se hace una disolución saturada en frío de sulfato de soda, en la cual se ponen á hervir durante media hora los cubos de piedra; en seguida se colocan en platos que contengan próximamente una capa de m.0,002 de la misma disolución, y se les coloca en una sala á una temperatura de + 12° á + 15° centígrados, á fin de que tenga lugar la evaporación. Al cabo de veinticuatro horas, las piedras se cubren de una florescencia

El feldespato es de color mate, y varía del blanco al amarillento y rojo intenso. Expuesto al aire, el feldespato, al cabo de algún tiempo, toma un tinte blanco suave; cuando la granulación es abultada, el feldespato presenta una textura hojosa.

El cuarzo es vítreo, traslúcido y de un color que varía del asperón oscuro al blanco opalino, ó al vidrio color leche.

La mica es brillante, textura hojosa en pajillas redondeadas, cuyo largo llega á un centímetro; su color ordinario, blanco nacarado, amarillo y negro. Á veces su formación se presenta como pequeñas escamas de pescado.

Á consecuencia de la exfoliación de la mica, es difícil el pulido del granito.

Se usa en las construcciones hidráulicas, principalmente cuando están expuestas á los golpes de las olas. En los edificios se emplea en columnas, y los obeliscos de Egipto son de una especie conocida por el nombre de granito oriental.

Cuando el granito contiene poco cuarzo, es blando, se talla con facilidad, pero sus aristas son poco resistentes.

II. *Gneis.*—Se compone, como el granito, de feldespato, cuarzo y mica; pero el carácter distintivo del gneis, es una extructura esquitodea, debida á la abundancia de la mica. La unión de los elementos que componen esta roca es menos grande que en el granito, por lo cual su textura es menos compacta, y por consiguiente es impropia para el pulimento.

III. *Sienita.*—Es una especie de granito en que la mica está reemplazada por la anfíbola (hornblende). El color varía entre el gris y el rojizo; cuando la piedra está húmeda, las partículas de anfíbola se distinguen por un tinte verdoso. Á medida que disminuye la proporción de cuarzo, la sienita difiere más del granito.

El gneis y la sienita son las piedras más resistentes á la acción del tiempo.

IV. *Basalto.*—Es una roca compuesta; se halla en terrenos volcánicos en gran abundancia, en yacimientos ó grandes masas. Su color es de un negro gris; la quebradura es angulosa y desigual.

Los basaltos son pesados, tenaces, en ocasiones algo vítreos; cuando su grano es fino, admite una bella pulimentación.

V. *Pórfido.*—Es muy difícil caracterizar las rocas porfídicas. Hay un pórfido granítico que se compone de cristales de feldespato en una masa de granito; otra clase es el pórfido feldespático, cuyos cristales de feldespato se encuentra en una masa de petrosílex ó sea feldespato compacto; frecuentemente dentro de los pórfidos feldespáticos se encuentran cristales de cuarzo, y el pórfido recibe en este caso la denominación de pórfido cuarcífero.

Se presenta de color amarillento, oscuro subido, rojo, y verde cuando la masa contiene algo de anfíbola.

Como es muy difícil de trabajar, los objetos de esta roca valen muy caros, y casi siempre su uso está limitado á la decoración interior.

Las cualidades esenciales de la piedra de construcción son la *resistencia*, la *dureza* y la *duración*. De ordinario estas tres cualidades van juntas.

No se puede juzgar de la calidad de la piedra por su apariencia; pero generalmente una masa compacta, grano fino, color subido y un gran peso específico, son indicios de una piedra de buena calidad.

El exámen ocular basta para ver si la piedra tiene grietas, escoriaciones ó si está mezclada con cuerpos extraños, y para juzgarla inadecuada para la construcción.

Las grietas de las piedras permiten, por finas que sean, la absorción del agua, que al congelarse, aumenta de volúmen y rompe la piedra. Aunque no absorban agua las piedras arcillosas sufren variación de volúmen al contacto de la helada.

Es muy importante, pues, saber si una piedra se rompe ó nó con la helada. Para ello se emplea el sulfato de soda.

Para probar la piedra se principia por hacer de ella cubos de m. 0,05 de lado, aserrados y no labrados á martillo. Se hace una disolución saturada en frío de sulfato de soda, en la cual se ponen á hervir durante media hora los cubos de piedra; en seguida se colocan en platos que contengan próximamente una capa de m.0,002 de la misma disolución, y se les coloca en uno sala á una temperatura de + 12° á + 15° centígrados, á fin de que tenga lugar la evaporación. Al cabo de veinticuatro horas, las piedras se cubren de una florescencia

salina; se les lava en agua pura, hasta que queden perfectamente limpias.

Muchas piedras dan á conocer su mala calidad con esta primera prueba, porque de ellas comienzan á desprenderse algunos fragmentos; pero, para investigar la calidad de la piedra, más concienzudamente, es menester esperar y dejarla florecer de nuevo, y volver á lavarla á los cinco ó seis días.

Según el deterioro que sufran las piedras sometidas á estos experimentos, puede deducirse el efecto que les causará la intemperie y la helada.

En las experiencias hechas por el señor Brard (1), ha encontrado que las piedras muy grietosas se deterioran en tres días; las de calidad mediocre resisten cinco dias; pero ninguna piedra calcárea ha podido resistir una prueba de veinte días. Se vé, pues, que la acción del sulfato de soda es mucho más enérjica que la helada.

Con ocho días de experimentación, parece llegarse al máximo del efecto que conviene producir sobre las piedras sometidas á prueba.

La densidad de las principales rocas usadas en las construcciones y en las artes es la que sigue:

| | |
|---|---|
| Alabastro calcáreo | 2,69 á 2,78 |
| Alabastro yesoso | 2,26 " 2,32 |
| Anhidrita | 2,94 " 2,96 |
| Pizarra (esquista) | 2,64 " 2,90 |
| Basalto | 2,78 " 3,10 |
| Calcárea litográfica | 2,67 " 2,70 |
| Tosca calcárea (en trozos) | 1,94 " 2,06 |
| Id id (en polvo) | 2,60 " 2,68 |
| Diorita | 2,80 " 3,10 |
| Dolerita | 2,80 " 2,90 |
| Asperón abigarrado de los Vosges (en trozos) | 2,19 " 2,25 |
| Id id id (en polvo) | 2,62 " 2,65 |

(1) Nouveau Manuel complet des Ponts et Chaussèes par M. De Gayffier (Enciclopedie Roret).

| | | | |
|---|---|---|---|
| Asperón cuarzoso | 2,55 | " | 2,65 |
| Yeso en piedra (trozos) | 2,17 | " | 2,20 |
| Kersanton | 2,75 | " | 2,78 |
| Mármoles calcáreos | 2,65 | " | 2,74 |
| Petrosílex | 2,55 | " | 2,77 |
| Mármoles magnesianos (dolomia) | 2,82 | " | 2,85 |
| Piedra ollar | 2,55 | " | 2,60 |
| Pórfido | 2,61 | " | 2,94 |
| Cuarcita | 2,65 | " | |
| Serpentina | 2,49 | " | 2,66 |
| Sienita | 2,63 | " | 2,73 |
| Traquita | 2,70 | " | 2,80 (2) |

CARLOS DONOSO GRILLE.

(2) Damour, citado en el Anuaire pour l'an 1888 publié par le Bureau des longitudes.

# PRECIOS CORRIENTES

## PETORCA

| | |
|---|---|
| Arena limpia de río, cada $m^3$ | $ 1.20 |
| Piedra de cerro para cimientos en las obras, $m^3$ | 2.40 |
| Mano de obra para la frabricación de cimientos, $m^3$ | 2.00 |
| Cal y ladrillo, muro liso, $m^3$ | 12.00 |
| Pared de adobes de 0.65 de espesor, $m^2$ | 2.80 |
| Fierro forjado para arcos de puertas, kilógramo | 0,23 |
| Terraplenes de ripio con tierra vegetal, $m^3$ | 1.20 |

## SAN FERNANDO

| | |
|---|---|
| Cal y ladrillo, muro liso, $m^3$ (Precio muy alto) | $ 14.00 |
| Cimientos, mampostería de cal y piedra (Precio contratado) | 9.36 |

CARLOS DONOSO GRILLE.

Santiago, Octubre 24 de 1890.

HC 191 .A33 C.1
Revista de la Direccion de Obr
Stanford University Libraries
3 6105 034 611 082

HC191
A33
1890

DATE DUE

| | | | |
|---|---|---|---|
| SEP 6 | 1983 | | |
| OCT 13 | 1983 | | |

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA
94305